



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

DISSENY D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÉS

Treball final de grau

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge

Autor: Santiago Bellas Gonzalez

Tutor: Xavier Fabregas Bargalló

Data: 20 / juny / 2020

Resum

L'objectiu d'aquest treball és presentar la proposta d'un hivernacle domèstic de 10 m² distribuït en dos nivells, un sobre el terra i l'altre nivell en un altell a 3 m d'alçada pel que representarà una superfície útil total de 14,4 m². L'hivernacle estarà preparat per encabir una col·lecció d'orquídies molt variada a Castellar del Vallés pel que es tenen en compte les necessitats de múltiples espècies per generar 3 espais amb diferents condicions de cultiu dintre del mateix hivernacle. També es tenen en compte altres paràmetres com per exemple, els factors climàtics, la orientació o les limitacions donades per l'espai disponible. El treball també inclou l'automatització d'aquest hivernacle amb una placa d'Arduino, un pressupost amb els materials necessaris, com també una planificació del procés de construcció per tal de que sigui fàcil portar el projecte a la realitat.

Paraules clau: estructura, automatització, dos nivells, hivernacle domèstic, orquídies, Arduino.

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar la propuesta de un invernadero doméstico de 10 m² distribuido en dos niveles, un sobre el suelo y otro sobre un altillo a 3 m de altura por el que representará una superficie total útil de 14,4 m². El invernadero estará preparado para albergar una colección de orquídeas muy variada en Castellar del Vallés por el que se tienen en cuenta las necesidades de múltiples especies para generar 3 espacios con diferentes condiciones de cultivo dentro del mismo invernadero. En este proyecto también se tienen en cuenta otros parámetros como, por ejemplo, los factores climáticos, la orientación o las limitaciones dadas por el espacio disponible. El trabajo también incluye la automatización de este invernadero con una placa de Arduino, un presupuesto con los materiales necesarios, como también una planificación del proceso de construcción para que sea fácil llevar a cabo el proyecto.

Palabras clave: estructura, automatización, invernadero doméstico, orquídeas, Arduino.



Abstract

The aim of this work is to present the proposal of a domestic greenhouse of 10 m² distributed at two levels, one on the floor level and the other at 3 m to represent a total useful surface of 14,4 m². The greenhouse will be prepared to accommodate a diverse orchid collection in Castellar del Vallés taking into account the necessities of multiple orchid species to generate 3 differentiated zones to grow all the plants inside the same greenhouse. The design also takes into account other parameters like the climatic factors, the direction of the sun or the limitations given by the available space. The project also includes the automation of this greenhouse with Arduino, a budget of the materials and the planning of the construction process to bring the project to reality.

Keywords: structure, automation, domestic greenhouse, orchids, Arduino.

Agraïments

Al professor Josep Claramunt per la gran ajuda en l'apartat dels càlculs estructurals necessaris per trobar les dimensions dels materials constructius d'alumini, en la distribució dels pòrtics i en l'elecció del tipus de materials.

A l'Associació Catalana d'Amics de les Orquídies i alguns dels seus membres per l'ajuda en trobar les condicions òptimes per al cultiu de diferents espècies d'orquídies en un espai controlat com es un hivernacle.

Finalment voldria agrair al meu tutor del treball de fi de grau per tota la seva ajuda en l'estructura del projecte i la resolució de dubtes en tot moment.



Sumari

AGRAÏMENTS	4
1. OBJECTE	8
2. ANTECEDENTS	8
3. BASES DEL PROJECTE	9
3.1. Directrius	9
3.2. Condicionants imposats pel promotor	9
3.2.1.1. Localització	9
3.2.1.2. Superfície	9
3.2.1.3. Altura màxima	9
3.2.1.4. Tipus d'orquídies	9
3.3. Condicionants del projecte	12
3.3.1. Condicionants de cultiu	12
3.3.1.1. Caracterització climàtica	12
3.3.1.2. Qualitat i disponibilitat de l'aigua	15
3.3.1.3. Incidència solar directa	16
3.3.1.4. Afectació legislativa	18
3.4. Situació Actual	18
4. PROPOSTA D'HIVERNACLE	19
5. ENGINYERIA DE LES OBRES I INSTAL·LACIONS	22
5.1. Estructura	22
5.1.1. Càlculs estructurals	22
5.1.2. Materials	22
5.1.2.1. Fixació al terreny	22
5.1.2.2. Materials del cos	23
5.1.2.3. Altell	23
5.1.2.4. Escala accés altell	24
5.1.2.5. Materials de recobrint	24
5.1.2.6. Reforç i suport del sistema d'ombreig	25
5.1.2.7. Banquetes de PVC	25
5.2. Climatització	26
5.2.1.1. Sistema de calefacció	26
5.2.1.2. Ventilació	27

5.3.	Sistema de control	28
5.3.1.	Materials	28
5.3.1.1.	Sistema de control de la temperatura i humitat	28
5.3.1.2.	Obertura de finestres	29
5.3.1.3.	Sistema d'ombreig	30
5.4.	Instal·lació elèctrica	31
5.4.1.	Materials	32
5.4.1.1.	Il·luminació	32
5.4.1.2.	Cablejat	32
5.4.1.3.	Bases per a endolls	33
5.4.1.4.	Proteccions	34
5.5.	Reg i sistema de nebulització	34
5.5.1.	Materials	35
5.5.1.1.	Recollida d'aigües de pluja	35
5.5.1.2.	Emmagatzematge de l'aigua de pluja	36
5.5.1.3.	Sistema de filtració	36
5.5.1.4.	Electrovàlvules	37
5.5.1.5.	Sistema de nebulització	38
5.5.1.6.	Sistema de bombeig	39
5.5.1.7.	Sistema de reg manual	39
6.	AVALUACIÓ ECONÒMICA	40
7.	CONCLUSIONS	41
8.	BIBLIOGRAFIA	42

Annexes

Annex 1. Càlculs estructurals accions sobre l'hivernacle

Annex 2. Càlculs elèctrics

Annex 3. Justificació de preus

Plànol 1: Localització

Plànol 2: Espai disponible

Plànol 3: Alçat i plantes proposta

Plànol 4: Alçat i planta instal·lació elèctrica

Plànol 5: Esquema unifilar

Plànol 6: Alçat i plantes instal·lació de reg i nebulització

1. Objecte

L'objecte d'aquest treball és el disseny d'un hivernacle domèstic a mida, per un petit espai d'una parcel·la residencial situada en una urbanització de Castellar del Vallés. Aquest hivernacle ha d'estar preparat per a cultivar una gran varietat d'espècies diferents d'orquídies, pel que es necessitaran diferents zones diferenciades per generar una elevada heterogeneïtat de cultiu dintre de la mateixa estructura.

Aquest projecte també inclourà el disseny de les instal·lacions necessàries i materials, com el pressupost dels material necessaris.

2. Antecedents

Aquest projecte neix de la necessitat de generar un espai que reuneixi les condicions necessàries per a cultivar un gran nombre d'espècies d'orquídies sobretot durant els mesos més freds de l'any, o mantenir la suficient humitat ambiental o temperatures màximes no massa elevades per a certes espècies durant els mesos d'estiu.



Figura 1. Estat actual de l'habitatge

Font: Pròpia

Actualment les orquídies i altres plantes tropicals d'aquesta parcel·la es mantenen a l'interior d'un habitatge durant els mesos més freds de l'any, normalment entre els mesos d'octubre i maig. Gairebé totes les plantes s'agrupen en l'habitació més lluminosa de la casa on alhora estan aïllades de les mascotes de la casa. Aquesta alta concentració de plantes en un petit espai genera una humitat relativa de l'aire molt elevada (entre el 80 i el 90%) el que resulta beneficiós en certa mesura per les plantes, però perjudicial per a les parets de l'habitació, com podem veure a la **Figura 1**, que al

condensar-se l'aigua a les finestres i caure sobre les parets, facilita la proliferació de fongs i floridures sobre aquestes, generant un risc per a la salut de les persones que hi viuen.

3. Bases del projecte

3.1. Directrius

Els promotors del projecte són les persones que habiten en la parcel·la on es vol construir l'hivernacle. Les qual delimiten l'espai que pot ocupar l'hivernacle i la seva ubicació.

3.2. Condicionants imposats pel promotor

3.2.1.1. Localització

La localització disponible per l'hivernacle es un espai asfaltat per a vehicles al costat d'un habitatge unifamiliar de la urbanització Aire sol C a Castellar del Vallés, tal com es mostra en el **Plànol 1**.

3.2.1.2. Superfície

La superfície màxima que pot ocupar l'hivernacle són 12 m² (2x6m) degut a que s'ha de deixar 1 metre d'amplada per poder accedir a un taller situat al costat del futur hivernacle alhora que s'ha de poder accedir a una porta d'accés al garatge, tal com es mostra al **Plànol 2**.

3.2.1.3. Altura màxima

L'altura màxima del hivernacle, contant els dos pisos, ha d'estar per sota dels 7 metres aproximadament, per evitar sobrepassar la tanca nord-est de la parcel·la, evitant així un impacte visual als veïns i mantenir l'estructura més protegida del vent.

3.2.1.4. Tipus d'orquíidies

Les orquíidies creixen en tot tipus d'ambients degut a que n'hi ha en tots els continents excepte l'Antàrtica, encara que la majoria es troben en climes tropicals; pel que l'hivernacle estarà dissenyat per encabir tres grups d'orquíidies segons les necessitats tèrmiques:

- **Orquíidies de temperatura fresca:** són orquíidies que solen créixer en altitud en zones humides pel que necessiten una temperatura mínima nocturna a l'hivern d'entorn de 10° C per tal de poder florir correctament. A l'estiu s'ha d'evitar que les temperatures pugin dels 25° C tot mantenint-les en una posició ombrívola y humida per evitar que morin per excés de temperatura o falta d'humitat.
- **Orquíidies de temperatura intermèdia:** aquestes orquíidies prefereixen temperatures lleugerament més altes amb temperatures mínimes de 13-15°C, i solen tenir una major flexibilitat amb les temperatures altes depenent de les condicions de cultiu.
- **Orquíidies de temperatura càlida:** a diferencia del tipus anteriors necessiten temperatures altes i estables tot l'any ja que solen creixen en territoris molt propers a l'equador i en terres baixes; pel que la temperatura es recomanable que no baixi dels 18°C en cap moment.

Alguns gèneres característics de cada grup:

- **Orquíidies de temperatura fresca:** *Lephantes*, *Pleurothallis*, *Masdevallia*, *Dracula*, *Miltonia*, ... A la figura 2 es mostra la imatge d'una *Lephantes lucífer*, una orquídia miniatura que creix amb temperatures fresques.



Figura 2. *Lephantes lucífer* en floració

Font: Pixietoe, Flickr.com



Figura 3. *Stanhopea tigrina* en floració

Font: Andrés Garcia Photography, Flickr.com

- **Orquídiess de temperatura intermèdia:** Stanhopea, Oncidium, Dendrobium, Lycaste, Zygopetalum, ...

Com exemple d'orquídia que creix en temperatures intermèdies en la **Figura 3** es mostra la imatge d'una *Stanhopea tigrina*, una orquídia que fa inflorescències pendulars, pel que necessita créixer en cistelles, l'escorça d'una arbre o un tros de suro.

- **Orquídiess de temperatura càlida:** Catasetum, Vanda, Phalaenopsis, Renanthera, Epidendrum, ...



Figura 4. *Catasetum osculatum* en floració

Font: José Luis Panozo Añez

Com a exemple d'orquídia de temperatures càlides es mostra en la **Figura 4** un exemplar de *Catasetum osculatum* en floració.

3.3. Condicionants del projecte

3.3.1. Condicionants de cultiu

A diferència del hivernacle de producció, que busquen cultivar una mateixa espècie o espècies molt similars; i necessiten una uniformitat molt elevada en tot l'hivernacle, en aquest hivernacle domèstic es busca el contrari, cultivar moltes espècies diferents amb necessitats molt dispars; pel que es buscarà recrear una gran diversitat d'ambients dintre del l'hivernacle. S'haurà de recrear una zona amb temperatures fresques, una zona amb temperatures càlides y una zona amb temperatures intermèdies per la resta d'espècies que no encaixarien en cap de les anteriors categories, a part de proporcionar àrees més assolades i àrees mes ombrejades en cada zona de l'hivernacle.

3.3.1.1. Caracterització climàtica

Com es pot observar en la **Figura 5** Castellar del Vallés es caracteritza per uns estius curts, calorosos, càlids, secs i majorment clars i, uns hiverns llargs, freds, humits i parcialment ennuvolats. Durant el transcurs de l'any la temperatura generalment varia d'1° C a 29° C i rares vegades baixa per sota dels -3° C o puja per sobre dels 32° C.

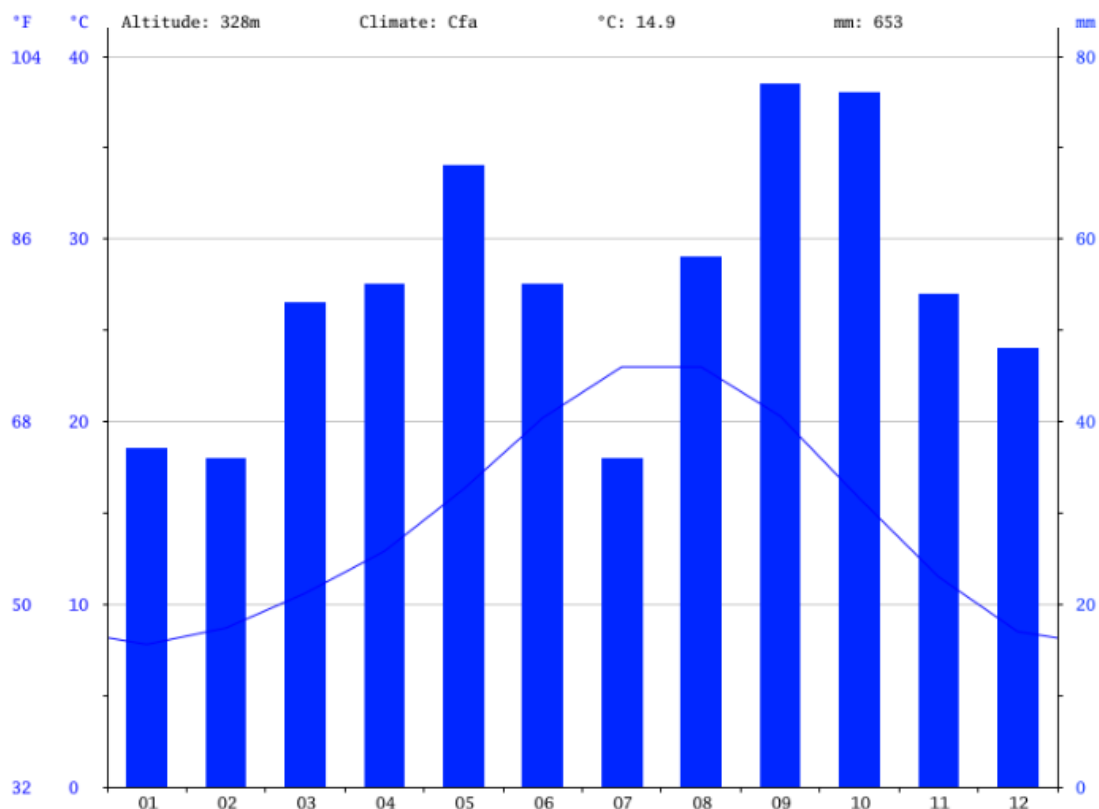


Figura 5. Climograma de Castellar del Vallès

Font: *Climate-data.org*

La **Figura 6** mostra una il·lustració compacta de les temperatures mitjanes per hora de tot l'any. L'eix horitzontal són els dies agrupats en mesos de l'any, l'eix vertical és l'hora i el color és la temperatura mitjana per a aquest dia i a aquesta hora. Les àrees ombrejades superposades indiquen les hores de nit i de crepuscle.

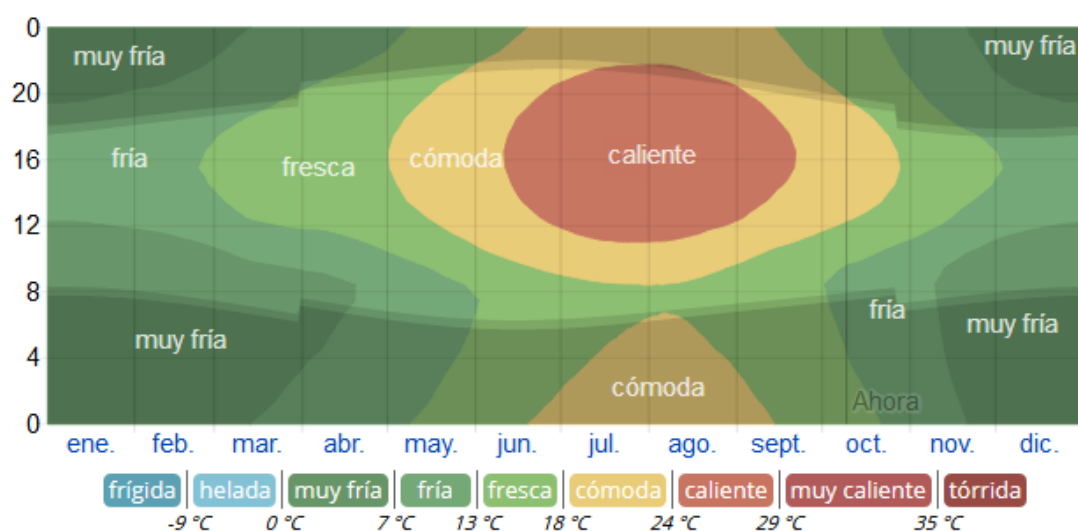


Figura 6. Temperatura mitjana per hora

Font: weatherspark.com

En la **Figura 7** la temperatura màxima mitjana diària està representada per la línia vermella, mentre que la temperatura mínima mitjana diària està representada per la línia blava; representant també els percentils 25 a 75 i 10 a 90.

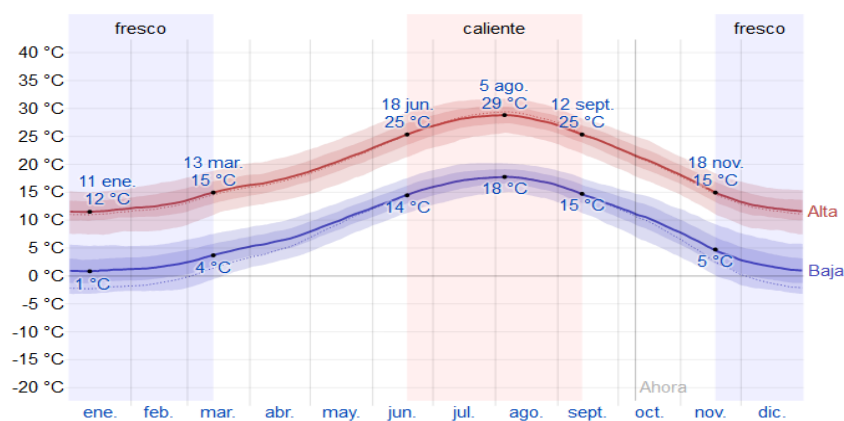


Figura 7. Temperatura màxima i mínima mitjana per dia

Font: weatherspark.com

Durant la temporada càlida les temperatures màximes mitjanes diàries són de més de 25°C. Situant-se el dia més calorós de l'any al 5 d'agost aproximadament, amb una temperatura màxima mitjana de 29° C i una temperatura mínima mitjana de 18° C. El que

Com es pot veure a la **Figura 7** la temporada càlida dura 2,8 mesos, situada entre el 18 de juny i el 12 de setembre.

farà que calgui instal·lar sistemes de refrigeració com nebulitzadors durant els mesos d'estiu.

En canvi la temporada fresca dura 3,9 mesos, del 18 de novembre al 13 de març, amb una temperatura màxima mitjana diària de 15° C. El dia més fred de l'any és l'11 de gener, amb una temperatura mínima mitjana d'1° C i màxima mitjana de 12° C. Fet que determinarà la necessitat d'un sistema de calefacció a l'hivernacle.

3.3.1.2. Qualitat i disponibilitat de l'aigua

L'aigua de la xarxa pública a Castellar del Vallés té un contingut en sòlids dissolts de 455 ppm i un pH de 7,6 pel que no es molt bona per al cultiu d'orquídies en general i sobretot per a les de temperatures fresques, ja que aquestes últimes creixen en ambients amb pluviometries elevades, pel que reben aigua amb una conductivitat elèctrica molt baixa. Per aquest motiu l'hivernacle disposarà d'un sistema de captació, recol·lecció i emmagatzematge de l'aigua de pluja per regar les plantes de temperatura fresca; o per barrejar-la amb l'aigua de la xarxa, rebaixant així, el contingut en sòlids dissolts per regar les plantes de temperatura intermèdia i càlida amb una aigua de major qualitat que la de la xarxa. L'hivernacle podrà utilitzar l'aigua de la xarxa fàcilment ja que disposa d'una aixeta a menys de 2 metres.

A part del sistema de recol·lecció d'aigua de pluja que tindrà l'hivernacle, la casa també disposa d'uns dipòsits d'aigua de pluja situats al costat contrari de de la parcel·la per poder tenir aigua de pluja en una situació de sequera o mal funcionament del sistema de recol·lecció de l'hivernacle.

La precipitació mitja anual a Castellar del Vallés es de 653mm. La qual està concentrada a la primavera i tardor, sent els mesos de maig, setembre i octubre els mesos amb més precipitació, tal com es veu al climograma de la **Figura 5**.

En canvi els mesos amb la major probabilitat de pluja, segons la **Figura 8**, són l'octubre i maig i per l'altra banda juliol és el mes amb menys probabilitat de pluja, per tant el més sec de l'any, tal com es corrobora en el climograma de la **Figura 5**.

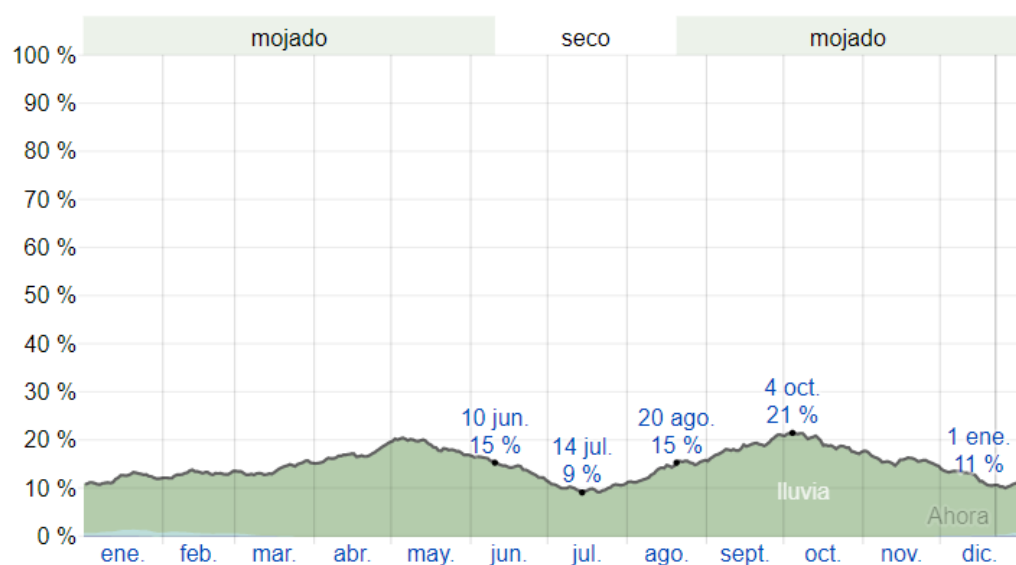


Figura 8. Probabilitat diària de precipitació

Font: weatherspark.com

3.3.1.3. Incidència solar directa

La durada del dia a Castellar del Vallès varia considerablement durant l'any. La **Figura 9** mostra les hores de llum i fosc al llarg de l'any. La quantitat d'hores durant les quals el sol és visible està indicada per una línia negra, la zona més groga indica les hores de llum, mentre que la zona més grisa indica les hores de crepuscle.

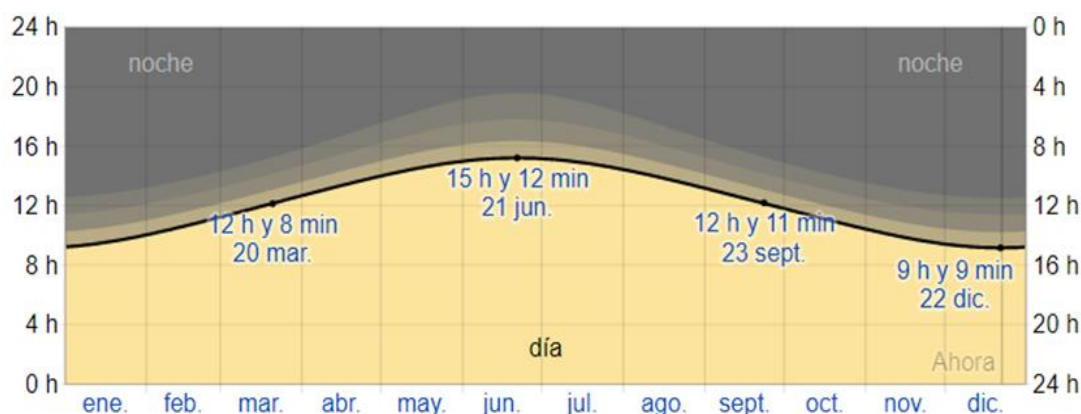


Figura 9. Hores de llum natural i crepuscle

Font: weatherspark.com

En 2019, per exemple, el dia més curt és el 22 de desembre, amb 9 hores i 9 minuts de llum natural; el dia més llarg és el 21 de juny, amb 15 hores i 12 minuts de llum natural. La part més assolellada de l'any comença aproximadament el 16 de juny i dura 2,6 mesos finalitzant així, el 5 de setembre aproximadament. El 21 de juliol, el dia més assolellat de l'any, on el cel està clar el 84% del temps en mitjana.

Pel que fa a la nuvolositat al llarg de l'any podem veure a la **Figura 10** que juliol es el més amb més insolació directa del sol, ja que al ser el mes amb menys precipitacions, el cel està més clar.

La part més ennuvolada de l'any comença aproximadament el 5 de setembre; dura 9,4 mesos i s'acaba aproximadament el 16 de juny. El 22 d'octubre, el dia més ennuvolat de l'any, el cel està ennuvolat el 52% del temps.

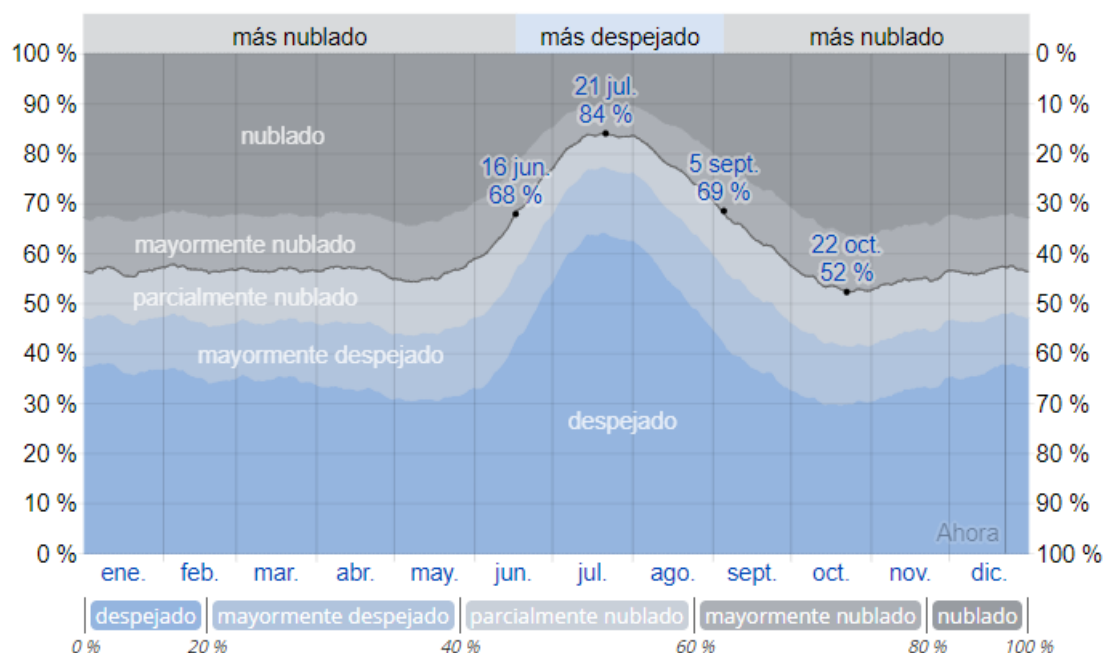


Figura 10. Categories de nuvolositat

Font: weatherspark.com

3.3.1.4. Afectació legislativa

Segons el Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) de Castellà del Vallès la construcció de l'hivernacle no seria afectada per a normativa urbanística no en suposa cap condicionant, degut a que es tractaria d'una estructura lleugera desmuntable i no una construcció residencial com podria ser un edifici, el que comportaria deixar una marges específics amb els límits de la parcel·la.

3.4. Situació Actual

Actualment l'emplaçament disponible per a col·locar l'hivernacle és la part superior d'una rampa per a cotxes en una parcel·la residencial situada a Aire sol C, una urbanització de Castellà del Vallès. En el lloc on anirà l'hivernacle actualment hi ha objectes com taules, armaris o prestatges però poden ser reubicats amb facilitat. També trobem una presa d'aigua de la xarxa de distribució a menys de 2 metres de l'emplaçament, alhora que un punt per a connectar-se a la instal·lació elèctrica de la casa.

4. Proposta d'hivernacle

Per l'espai disponible a la parcel·la i la variabilitat de les condicions tèrmiques necessàries de totes les orquídiades a encabir, es proposa un hivernacle de dos pisos per aprofitar més l'espai disponible i crear un diferencial tèrmic més acusat dintre l'hivernacle, degut a que per densitat, l'aire calent ascendeix a la part superior de l'hivernacle mentre que l'aire més fresc es queda a la part inferior d'aquest. L'hivernacle proposat consta de 3 zones diferenciades distribuïdes en dos pisos, com es mostra en el **Plànol 3**.

Al fer-lo de dos pisos s'augmentarà el nombre d'espècies que es poden encabir ja que s'augmenta la superfície de cultiu per la mateixa àrea d'espai disponible. La forma de l'hivernacle que es proposa serà la que es pot observar a la **Figura 11** obtinguda a partir del **Plànol 3**, per tal de que l'estructura sigui fàcil de construir, utilitzi el mínim de materials possible i agunti tant el pes de les persones en l'altell com el de les plantes de les diferents banquetes o murs vegetals.

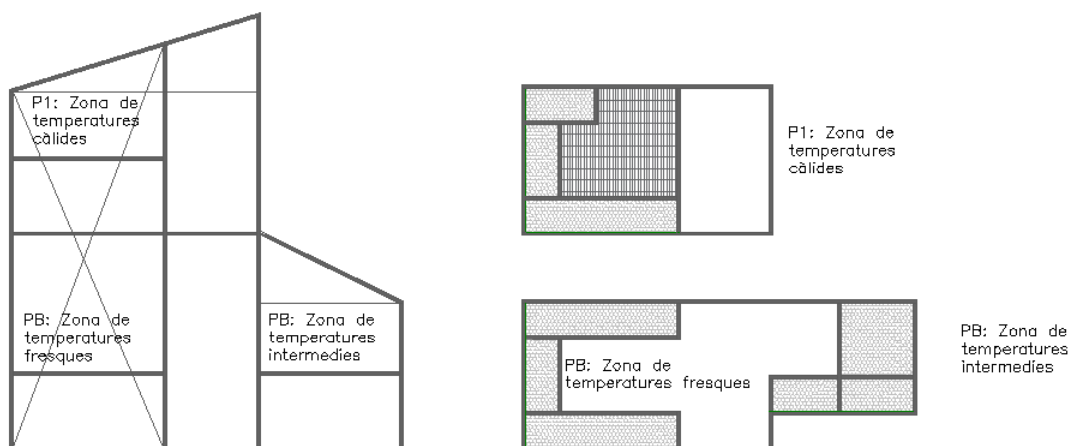


Figura 11. Esquema del Plànol 3 per mostrar una visió aproximada de l'estructura

Font: Plànol 3

En el pis superior es situa la zona per al cultiu d'orquídies de temperatura càlida, degut a que l'aire calent tendeix a ascendir i les temperatures es mantindran més elevades. A més a més, s'afegirà un sistema de calefacció utilitzant cables calefactores sota les banquetes de PVC i un calefactor elèctric a l'altell per elevar de forma ràpida la temperatura de l'aire en situacions puntuals durant l'hivern. La distribució dels cables calefactores y el calefactor elèctric es pot veure en el **Plànol 4**.

A nivell de terra trobarem dos espais o zones diferenciades, un espai més gran que queda situat sota l'altell (zona de temperatures més fresques) i un espai més petit que forma part d'una ampliació horitzontal de l'hivernacle (zona de temperatures intermèdies), la qual rebrà més insolació que l'altre àrea per la seva orientació cap al sud-oest.

Sota l'altell es situaran les orquídies amb necessitats de temperatures més fresques ja que estaran més ombrejades i humides a partir d'un sistema de nebulització que s'utilitzarà de forma més freqüent. Una ampliació lateral de l'hivernacle s'utilitzarà per situar-hi plantes amb necessitats tèrmiques intermèdies.

L'estructura de l'hivernacle estarà feta de tubs d'alumini quadrats de 50 x 50 mm i 1,3 mm de gruix, recoberta per panells de policarbonat cel·lular de 4 capes per tal de garantir un molt bon aïllament tèrmic a l'hivern, fixat a l'estructura d'alumini a partir d'accessoris proveïts pel fabricant. L'estructura metàl·lica estarà cargolada al terra mitjançant uns suports d'acer tractat contra la corrosió i la humitat.

La entrada de a l'estructura donarà a una zona amb doble altura (fins a 6 metres) dintre de l'hivernacle, degut a que quedarà sense cobrir per l'altell, aquest espai servirà per situar una escala per accedir a l'altell superior alhora que podrà servir per encabir alguna espècie amb alçada considerable.

Degut a que les orquídies solen ser epífites, es solen cultivar sobre fragments de l'escorça (suro) de *Quercus suber*, o en testos amb escorça o altres materials amb característiques similars, es a dir amb bon drenatge i aeració. Per tal de poder col·locar els suros i que les plantes creixin amb una bona forma sobre aquests, es important que els suros es penguin amb una bona orientació, es a dir, mirant cap al sol. Per tant, les parets escollides per penjar els suros seran les parets amb orientacions sud-est i sud-oest, marcades com a murs vegetals en verd en el **Plànol 3**. Els suros tindran un ganxo de filferro inoxidable en la part posterior amb el que en penjaràn a una reixa metàl·lica d'acer inoxidable fixada a



les parets dels murs vegetals en les tres zones de cultiu, com en la **Figura 12**, garantint així espai vertical per qualsevol tipus d'orquídia epífita.



Figura 12. Orquídiades naturalitzades en suro

Font: Blog de Angel Mar

Les plantes amb test en canvi, aniran col·locades sobre les banquetes distribuïdes com s'indica en el **Plànol 3**. En les banquetes es situaran les plantes epífites amb test, les plantes litòfiles i les plantes terrestres, en una superfície de 13 m² de baldes. Aquestes banquetes tindran dos pisos o baldes, un situat a uns 10 cm de terra i l'altre a 1 m d'alçada sobre el

nivell de terra o plataforma de l'altell. L'esquelet de l'estructura de les banquetes estarà fet d'alumini aprofitant parts de l'estructura general de l'hivernacle, mentre que les baldes estaran fetes de PVC blanc alveolat formant hexàgons, garantint així una bona circulació d'aire i pas de la llum, i evitar l'acumulació d'aigua sobre les baldes.

L'hivernacle disposarà de diverses finestres laterals y zenitals, per on es deixarà sortir l'aire calent durant els mesos més càlids o per reduir la humitat ambiental en certs moments. Les finestres zenitals y laterals estaran controlades per una placa d'Arduino connectada a uns actuador lineals per tal de controlar la humitat i temperatura de l'interior de cada zona de l'hivernacle. La distribució de les finestres també es pot observar en el **Plànol 3**.

Per evitar cremades en les fulles a l'estiu y reduir les altes temperatures a l'interior de l'hivernacle, es col·locarà una malla d'ombreig plegable de 7 m² en el pis superior i una malla d'ombreig de 2 x 1,5 m sobre la zona de temperatures intermèdies. Aquestes malles d'ombreig estaran situades per sobre del sistema de nebulització per no interferir amb l'aigua dels nebulitzadors i reflectir part de la llum solar directa.

5. Enginyeria de les obres i instal·lacions

5.1. Estructura

5.1.1. Càlculs estructurals

L'estructura d'alumini de l'hivernacle està calculada segons la norma del CTE (*Código técnico de la Edificación*) utilitzant el programa de càlcul de pòrtics anomenat WinEva7.

En l'**Annex 1** es mostren els càlculs de les diferents accions que actuen sobre els tres pòrtics de l'hivernacle, els quals s'introdueixen en el WinEva. El tipus de barra i les seves característiques són introduïdes en el programa tenint en compte les barres estàndards disponibles en el mercat.

Les dimensions necessàries dels tubs d'alumini per aconseguir una estructura estable hauran de ser de 50 x 50 mm i 1,3 mm de gruix, mentre que els tensors laterals de l'estructura hauran de ser de cable d'acer de 10 mm de diàmetre.

5.1.2. Materials

5.1.2.1. Fixació al terreny



Les fixacions al terreny dels pilars de l'hivernacle es faran mitjançant l'ús de bases per a pilars de secció quadrada per tubs de 50 x 50 mm (**Figura 13**). Aquestes estaran galvanitzades i recobertes amb un recobriments en pols per una doble protecció contra la corrosió i a la contínua presència d'aigua. Els suports per als pilars estaran cargolats al terra, ja que l'hivernacle està situat sobre una superfície d'asfalt sobre fonamentada sobre ciment.

Figura 13. Suport per pilars

Font: ebay.es

Aquest suports seran una de les parts més importants de l'estructura ja que ancoraran tot l'hivernacle al terra,

evitant així que sigui aixecat pel vent.

5.1.2.2. Materials del cos



Figura 14. Tub quadrat d'alumini

Font: *persianasasensi.com*

disponibles de tubs d'alumini del fabricant.

L'estructura de l'hivernacle estarà feta amb tubs quadrats d'alumini semblants als de la **Figura 14** unides entre si amb diversos tipus d'unions com unions tipus L o xapes cargolades. Els tubs d'alumini hauran de tenir unes dimensions de 50x50 mm de secció i 1,3 mm de gruix per tal de que l'estructura sigui completament estable i suporti el pes tant de persones com de testos i plantes. Les dimensions s'han trobat a partir de les d'iteracions fent servir les mesures

5.1.2.3. Altell

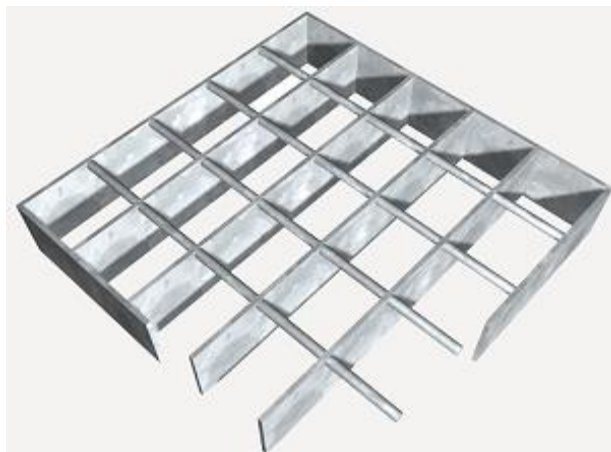


Figura 15. Relliga d'acer galvanitzat de varetes

Font: *generadordeprecios.info*

El terra de l'altell estarà format per rel·ligues metàl·liques d'acer galvanitzat, amb platines de 20x2 mm i varetes de 5mm de diàmetre formant quadrícules de 30x30 mm com les que mostra la **Figura 15**.

Degut a que són molt resistents, duradores i lleugeres, deixen passar la llum i permeten penjar plantes en cistelles des del pis inferior, seran ideals per fer el terra de l'altell de l'hivernacle.

5.1.2.4. Escala accés altell



Per tal de poder accedir a l'altell es situarà una escala d'alumini de 3m com la de la **Figura 16**; fixada a l'altell i al terra per tal d'evitar que es mogui.

Per tal de fer més fàcil l'accés a l'altell es situarà una barana metàl·lica subjectada a l'estructura de l'hivernacle i situada al costat de l'escala davant la paret lateral de l'hivernacle.

Figura 16. Escala d'alumini

Font: homelux.co.uk

5.1.2.5. Materials de recobriment



Figura 17. Placa de policarbonat de 4 capes

Font: leroymerlin.es

Com a material de recobriment principal en tot l'hivernacle s'usaran plaques de policarbonat cel·lular de quatre capes de 10 mm de gruix, com les de la **Figura 17**. Les quals tenen triple cel·la d'aire per obtenir un gran aïllament tèrmic respecte de l'exterior. Estaran situades per l'exterior de l'estructura d'alumini per evitar que aquest faci de pont tèrmic entre l'exterior i l'interior de l'hivernacle.

El policarbonat estarà fixat a les bigues i biguetes de l'estructura utilitzant accessoris especials proveïts pel fabricant.

Les plaques de policarbonat estaran unides entre si per perfils especial de policarbonat; a més, quedaran col·locades verticalment per evitar l'acumulació d'aigua i creixement de algues. En les cantonades estarà reforçada amb perfils L de PVC per l'interior y l'exterior per tal de donar més robustesa.

5.1.2.6. Reforç i suport del sistema d'ombreig



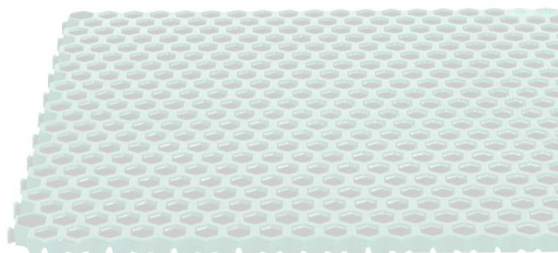
El sistema d'ombreig estarà subjectat per cables d'acer inoxidable de 10 mm de diàmetre, com el de la **Figura 18**, els quals, també seran els tensors laterals que evitaran que l'estructura es plegui.

El detalls de la instal·lació dels cables d'acer es poden veure en el **Plànol 3**.

Figura 18. Rollo de cable d'acer inoxidable

Font: wurko.es

5.1.2.7. Banquetes de PVC



Per a suportar el pes del testos en les banquetes, es col·locaran plaques de PVC blanc per facilitar la neteja de l'hivernacle, permetre la circulació de l'aire i evitar l'estancament de l'aigua. Les plaques de 50 x 50 cm com la de la **Figura 19** i són residents als rajos UVA. Al tenir un color clar, reflectirà part de la llum pel que disminuirà el sobreescalfament i augmentarà la lluminositat.

Figura 19. Placa de PVC alveolar hexagonal

Font: leroymerlin.es

5.2. Climatització

5.2.1.1. Sistema de calefacció

Per a mantenir les plantes per sobre de la seva temperatura mínima durant els mesos més freds, s'utilitzaran cables calefactors de 100W com els de la **Figura 20**; situats sota les banquetes de cultiu on es situaran els tests, mantenint així la temperatura més elevada al voltant de les plantes en comptes d'escalfar tot l'hivernacle. Aquest cables calefactors disposen de termòstats propis pel que es podran encendre individualment segons les temperatures locals de cada zona de cultiu. Per cada 2 baldes de banqueteta es col·locaran 1 cable calefactor de 10 metres, exceptuant 2 banquetes centrals de la zona de temperatures més fresques, arribant a un total de 12 cables calefactors en tot l'hivernacle. Els cables es col·locaran per la part inferior d'aquestes baldes, subjectant-los amb cola calenta per tenir bona adherència amb el PVC de les baldes. En les dos baldes (superior e inferior) de la banqueteta central no s'hi col·locaran cables calefactors per tal de tenir un espai més fred a l'hivern on col·locar-hi les plantes que presenten repòs estacional. La distribució del cables en les banquetes es mostra en el **Plànol 4**.



Figura 20. Cables calefactors

Font: *biogreen.co.uk*

Per garantir una temperatura més elevada a la zona de plantes de temperatura càlida s'utilitzarà un petit calefactor elèctric de 2000W com el de la **Figura 21** durant els mesos més freds. Connectat a un termòstat com el de la **Figura 22**, que farà que s'encengui el calefactor elèctric si la temperatura disminueix dels 18°C, mantenint una massa d'aire calent a la part superior de l'hivernacle degut a la diferent densitat de l'aire calent respecte de l'aire fred.



Figura 21. Calefactor elèctric

Font: amazon.es



Figura 22. Termòstat elèctric

Font: amazon.es

5.2.1.2. Ventilació



Figura 23. Ventilador

Font: amazon.es

Dintre de l'hivernacle es situaran 3 ventiladors de paret (1 per zona) com el de la **Figura 23**, per tal de fer circular l'aire per dintre de l'hivernacle, evitant així podridures i proliferació de fongs i bacteris sobre les plantes.

Aquests ventiladors, estaran fixats en les parets de les diferents zones de cultiu fora de l'abast del sistema de nebulització per evitar que es mullin en excés. Estaran controlats per comandament a distància per no haver d'accedir a ells manualment, ja que alguns estaran situats a certa

altura del terra (2metres sobre el terra els del nivell inferior, 5 metres els del nivell superior).

5.3. Sistema de control

Per tal d'automatitzar el sistema de control de la temperatura i la humitat de l'hivernacle s'utilitzarà una placa d'Arduino UNO connectada a una sèrie de sensors (d'humitat, temperatura).

La placa d'Arduino estarà connectada a la bomba del sistema de nebulització juntament amb les electrovàlvules que obren el pas a les diferents línies de nebulitzadors dins l'hivernacle. A més, la placa també controlarà l'obertura de les finestres zenitals i laterals a partir d'actuadors lineals elèctrics.

5.3.1. Materials

5.3.1.1. Sistema de control de la temperatura i humitat



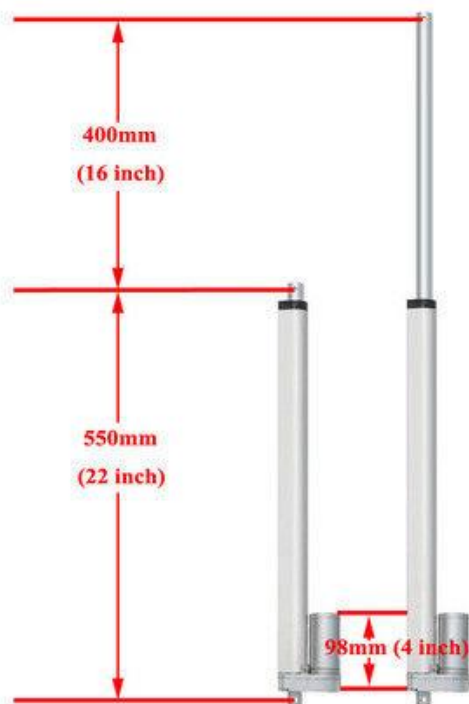
Figura 24. Placa d'Arduino UNO

Font: arduino.cc

La temperatura i la humitat relativa de les tres zones de cultiu estarà controlada per una placa d'Arduino connectada a una sèrie de sensors situats a prop de les plantes de cada zona.

La placa d'Arduino serà l'encarregada d'encendre el sistema de nebulització, l'aire condicionat, encendre el calefactor u obrir les finestres, mentre que els cables calefactores s'encendran de forma automàtica a partir del seu termòstat incorporat.

5.3.1.2. Obertura de finestres



Les finestres zenitals de l'hivernacle s'obriran automàticament a partir d'uns actuadors lineals hidràulics controlats pel sistema de control de la humitat i la temperatura elaborat amb la placa d'Arduino. Aquests actuadors lineals com el de la **Figura 25**, són capaços d'eleva les finestres 40 cm per tal que pugui sortir l'aire calent i entrar l'aire fred.

Per tal de poder instal·lar correctament els actuadors lineal de l'hivernacle s'utilitzaran el accessoris de la **Figura 26**. Els quals són unes peces per fixar-lo al policarbonat, i un protector contra l'aigua pel motor dels actuadors.

Figura 25. Actuador lineal

Font: ebay



Figura 26. Accesoris per l'actuador lineal

Font: ebay.es

Per poder obrir i tancar finestres de forma manual també s'inclourà un sistema de comandament a distància com el de la **Figura 27** del mateix fabricant que els actuadors.



Figura 27. Comandament a distància

Font: ebay.es

5.3.1.3. Sistema d'ombreig

En les zones de temperatures intermèdies i la zona de temperatures càlides de l'altell superior, es situarà una malla d'ombreig de color blanc com la de la **Figura 28**, col·locada sobre uns cables d'acer que

faran de guia a l'interior de l'hivernacle per poder ser esteses o recollides fàcilment segons les condicions climàtiques.



Figura 28. Malla d'ombreig

Font: planetahuerto.es

Al ser de color blanc difondrà millor la llum que altres colors, alhora que deixarà ascendir l'aire calent cap a les obertures zenitals de l'hivernacle, deixant escapar el calor y reflectint la llum solar tot

proporcionant una protecció del 70 % contra els rajos ultraviolats.

5.4. Instal·lació elèctrica

Per tal de poder desconnectar certes parts de l'hivernacle com la calefacció o les bombes en cas de no usar-se o per fer manteniment, la instal·lació elèctrica de l'hivernacle estarà constituïda per quatre línies elèctriques independents:

- **Línia 1:** servirà per a la il·luminació de l'hivernacle on s'hi connectaran els focus LED i el sensor llum i moviment per tal de funcionar de forma automàtica al entrar algú a l'hivernacle.
- **Línia 2:** servirà per connectar-hi 4 bases d'endolls (dobles) on s'endollaran els 3 ventiladors, el calefactor, el sistema de control de temperatura i humitat i els actuadors lineals
- **Línia 3:** servirà per connectar-hi 6 bases d'endolls (dobles) per endollar els cables calefactores durant l'hivern.
- **Línia 4:** en aquesta línia s'hi connectaran les 2 bombes per fer funcionar el sistema de nebulització i de reg.

El càlculs per dimensionar la instal·lació elèctrica i afegir-hi les proteccions necessàries, per garantir el bon funcionament de la instal·lació i protegir les persones que entrin a l'hivernacle, s'han dut a terme amb l'ajut del programa Excel de Microsoft i seguint el 'Reglamento electrotécnico para baja tensión' (REBT) a España.

Els detalls de la instal·lació elèctrica es poden veure en **Plànol 4** (Alçat i planta instal·lació elèctrica) i l'Esquema unifilar en el **Plànol 5** i l'**Annex 2** els càlculs elèctrics de la instal·lació.

5.4.1. Materials

5.4.1.1. Il·luminació



Figura 29. Focus LED de 50W

Font: amazon.com

L'hivernacle disposarà d'il·luminació per poder utilitzar l'hivernacle en qualsevol moment, mitjançant 7 focus LED de 50 W (2 per zona de cultiu + 1 a la zona central), amb resistència a l'aigua IP65 com el de la **Figura 29**.

Els focus s'encendran automàticament a la nit, a partir d'un sensor de llum i moviment situat a l'entrada de l'hivernacle, el qual, s'activarà al aproximar-se a l'hivernacle i es desconnectarà automàticament 15 minuts després de no detectar-se cap moviment.

5.4.1.2. Cablejat



Figura 30. Cable multipolar amb recobriment blanc

Font: amazon.com

El cablejat estarà format per cables multipolars de coure amb recobriment blanc, com el de la **Figura 30**. Depenent de la línia els cables tindran diferents gruixos per tal de suportar la intensitat del corrent elèctric sense cremar-se. Els gruixos de cada cable estan especificats en l'**Annex 2** segons la línia de la que formen part i en l'esquema unifilar del **Plànol 5**. Mentre que la distribució del cables en l'hivernacle està especificat en l'**Annex 4**.

Per tal que els cables no entrin en contacte amb l'aigua, es trobaran col·locats a l'interior d'un tub corrugat com el de la **Figura 31** situat sota les baldes de les banquetes per tal de quedar el més discret possible.



Figura 31. Tub corrugat pel cablejat

Font: *manomano.es*

5.4.1.3. Bases per a endolls

Les bases per a endolls seran



Figura 32. Bases per a endolls de tipus 'SCHUKO'

Font: *manomano.es*

dobles, del tipus 'SCHUKO' i estanques pel que tindran tapes com les de la **Figura 32** per aïllar-les de l'aigua i la pols de l'interior de l'hivernacle.

En total hi haurà 10 bases per endolls distribuïdes per tot l'hivernacle tal com es mostra en el **Plànol 4**.

6 bases formaran part de la Línia 3 que s'utilitzarà per endollar-hi els cables calefactors, mentre que les 4 bases restants formaran part de la Línia 2 on s'endollaran la resta d'aparells elèctrics com els 3 ventiladors, el calefactor de la zona de temperatures càlides i el sistema de control d'humitat i temperatura amb els actuadors lineals d'obertura de finestres.

5.4.1.4. Proteccions

Per tal de protegir els circuits elèctrics de l'hivernacle es col·locarà un petit quadre elèctric amb proteccions per a les diverses línies de l'hivernacle a l'entrada de l'hivernacle. Les línies 1 y 4 estaran protegides per petits interruptors automàtics de 10 A (**Figura 33**) mentre que la línia 2 per un PIA de 20 A y la línia 3 per un de 25 A.

Per protegir de possibles contactes elèctrics a qualsevol persona que entri l'hivernacle es col·locarà un interruptor diferencial trifàsic de 25 A com el de la **Figura 34**.



Figura 33. PIA 3P 10 A

Font: efectoled.com



**Figura 34. Interruptor
diferencial de 25 A**

Font: efectoled.com

5.5. Reg i sistema de nebulització

L'abastiment d'aigua per l'hivernacle vindrà de dues fonts diferents, l'aigua que s'utilitzarà per reduir la temperatura i humitejar l'interior de l'hivernacle a partir de nebulitzadors, provindrà de dos dipòsits plens d'aigua de pluja, la qual serà recollida de la coberta superior per un canaló d'alumini quadrat i filtrada abans i després de sortir dels dipòsits per filtres de malla de 120 Mesh per evitar obturacions dels nebulitzadors. Aquesta aigua serà impulsada per una bomba de 70 W capaç de bombejar l'aigua fins a 9 metres d'alçada amb un cabal de 6 L/min. Hi haurà una línia de nebulitzadors per a cada zona de l'hivernacle, suspesa 1 m sobre les banquetes de plantes i governades per electrovàlvules amb solenoides connectades al sistema de control de temperatura i humitat. Els detalls gràfics de la instal·lació es mostren en el **Plànol 6**.

L'aigua per al reg provindrà d'una aixeta present a la parcel·la, la qual proporciona aigua de la xarxa de distribució. L'aigua d'aquest aixeta serà canalitzada fins a dos punts de l'hivernacle mitjançant tub de polietilè de 25 mm de diàmetre. Aquest tub arribarà fins a dues aixetes situades a l'interior de l'hivernacle (una al pis superior i l'altre a la planta baixa en la zona de temperatures fresques). De les aixetes de l'interior de l'hivernacle sortirà una manega connectada a una vara de pulverització per tal de garantir un reg precís de les diferents espècies i arribar a parts elevades dels murs on aniran les plantes penjades. D'aquesta manera el reg es pot ajustar per a les necessitats hídriques de cada individu manualment.

Degut a que la pressió de l'aixeta de la parcel·la està entre 1 i 3 bars de pressió, no hi haurà cap problema en elevar l'aigua fins l'altell de l'hivernacle ja que l'aigua es podria elevar com a mínim fins als 10,2 m d'alçada.

5.5.1. Materials

5.5.1.1. Recollida d'aigües de pluja



Figura 35. Canaló quadrat d'acer pre-lacat blanc-gris

Font: industriasmass.com

Els canalons que recolliran l'aigua de pluja seran quadrats per tal d'adherir-los fàcilment a les superfícies planes del policarbonat de la coberta de l'hivernacle. A més seran de color blanc-gris (**Figura 35**) per conservar l'estètica exterior de l'hivernacle i disminuir la probabilitat de dilatacions excessives dels canalons durant l'estiu, per excés de temperatura quan hi ha incidència solar directa.

5.5.1.2. Emmagatzematge de l'aigua de pluja



Figura 36. Dipòsits d'aigua de pluja

Font: amazon.com

L'aigua de pluja recollida per la coberta de l'hivernacle serà emmagatzemada en 2 dipòsits de 300L com el de la **Figura 36**, per tal de disposar de la quantitat d'aigua suficient pel sistema de nebulització sobretot en els mesos d'estiu, amb la possibilitat d'afegir-hi més dipòsits en un futur en cas d'incrementar les necessitats d'aigua.

Els dipòsits tenen unes mesures de 40 x 42 cm de base X 210 cm d'altura, pel que es podran col·locar perfectament en l'espai entre l'hivernacle i la paret en l'**Annex 2** on es mostra l'espai disponible o en el Plànol



**Figura 37. Filtre de malla 120 Mesh
25mm de diàmetre**

Font: amazon.com

5.5.1.3. Sistema de filtració

Per filtrar l'aigua de pluja s'utilitzarà un petit filtre de malla de 120 Mesh com el de la **Figura 37**, el qual, evitarà que el sistema de nebulització s'obturi amb sorra o qualsevol altre material que caigui als dipòsits d'aigua de pluja. Aquest filtre de malla estarà col·locat a la sortida des dipòsits d'aigua abans de la bombes per així també evitar l'obturació d'aquestes bombes de reg o nebulització.

5.5.1.4. Electrovàlvules



**Figura 38. Electrovàlvula Ez-Flo
25mm de diàmetre**

Font: amazon.com

Per tal de poder encendre els nebulitzadors de cada zona de manera independent, s'utilitzaran electrovàlvules de 25 mm de diàmetre com la de la **Figura 38**.

Aquestes, van equipades amb un solenoide capaç d'obrir i tancar la vàlvula quan li arriba un senyal elèctric que en aquest cas arribarà directament de la placa d'Arduino que controlar la humitat i temperatura.

5.5.1.5. Tubs de reg



Figura 39. Dipòsit d'aigua de pluja

Font: amazon.com

Per tal de facilitar les connexions entre tots els accessoris, bombes i demés les conduccions seran 25 mm de diàmetre i de polietilè Com el de la **Figura 39** per tal de garantir una bona durabilitat i flexibilitat.

5.5.1.6. Sistema de nebulització



Figura 40. Sistema de nebulització

Font: amazon.com

Aquest sistema serà l'encarregat de mantenir una humitat relativa mínima a l'interior de l'hivernacle d'entorn al 60 % per tal d'evitar una excessiva dessecació de les plantes, i també disminuir les altes temperatures durant l'estiu, al evaporar-se l'aigua que caigui sobre les superfícies de l'interior de l'hivernacle i sobre les plantes.

Hi haurà 3 línies de nebulitzadors de 6 metres (**Figura 40**) a l'hivernacle (una per zona) i estaran penjades amb l'ajut de filferros que penjaran de l'estructura. Les línies de nebulitzadors estaran situades

sobre les banquetes per tal de proporcionar la humitat directament sobre les plantes i refrescar-les durant els mesos més calorosos.

Al igual que els demás sistemes de climatització també estarà automatitzat a partir de la mateixa placa d'Arduino prèviament esmentada.

5.5.1.7. Sistema de bombeig



Per tal de poder fer funcionar el sistema de nebulització a partir de l'aigua de pluja, es necessitarà l'ús d'una bomba de 70 W com la de la **Figura 41**, que dona la suficient pressió a l'aigua per fer-la pujar 9 metres, suficient per arribar al sistema de nebulització de l'altell situat a 5 metres d'alçada i totes les petites pèrdues de càrrega dels tubs de polietilè i els accessoris gairebé menyspreables per la simplicitat de la instal·lació.

La bomba estarà connectada al sistema de control per tal d'activar-se conjuntament amb les electrovàlvules quan s'hagi d'activar el sistema de nebulització d'alguna zona de l'hivernacle.

Figura 41. Bomba hidràulica

70 W

Font: cybernova.com

5.5.1.8. Sistema de reg manual

Per tal de regar les plantes amb precisió es proposa l'ús d'una vara de pulverització com la de la **Figura 42** connectada a unes aixetes estàndard de reg com la de la **Figura 43** a partir d'una manega.



Figura 42. Aixeta estàndard de jardí

Font: amazon.com



Figura 43. Vara de pulverització

Font: amazon.com

6. Avaluació econòmica

El preu aproximat del material necessari per construir l'hivernacle presentat en aquest projecte es de **5.946,42 €** i pot estar desglossat de forma general de la següent forma:

Estructura	1.397,98 €
Recobriments	1.395,10 €
Climatització	1.851,78 €
Instal·lació elèctrica	476,04 €
Instal·lació hidràulica	825,52 €

TOTAL: 5.946,42€

El resultat d'aquesta avaluació ja inclou l'IVA (21%) i exclou els costos d'instal·lació degut a que s'instal·larà amb l'ajut de familiar i amics de la família que viu a la parcel·la.

Per calcular aquesta avaluació econòmica s'ha utilitzat el programa Excel de Microsoft. Es pot veure una justificació més detallat dels materials a l'**Annex 3 (justificació de preus)**, on es mostra quins productes s'han escollit i en quines quantitats i metratge son necessaris.

La major part del preus provenen de botigues online com amazon.com entre d'altres, pel que el preu pot variar segons la pàgina o quan hi ha un canvi de preus en els productes en la mateixa pàgina web.



7. Conclusions

La construcció d'aquest hivernacle permetria el trasllat de totes les espècies cultivades a l'interior i la incorporació de noves espècies d'orquídies fins ara impossibles de cultivar a la parcel·la. Les condicions d'humitat es podran mantenir sense malmetre l'estructura de l'hivernacle tal com pesava amb les parets de l'interior de l'habitatge.

El cost final de l'hivernacle és molt més elevat que el cost d'un hivernacle prefabricat semblant, però es justifica amb un major aprofitament de l'espai degut a que es un hivernacle a mesura, pel fet de tenir dos plantes que generen un gran gradient tèrmic; permetent així cultivar moltes més espècies diferents; i per incloure certes automatitzacions que faciliten el manteniment de les plantes.

8. Bibliografia

9. Cedar Lake Ventures, Inc. Average Weather in Castellar del Vallès. En: *Weather Spark* [En línia]. © Cedar Lake Ventures, Inc, 2019. [Consulta: 11 juliol 2020]. Disponible en: <<https://weatherspark.com/y/47195/Average-Weather-in-Castellar-del-Vall%C3%A8s-Spain-Year-Round>>

Generalitat de Catalunya. Comissió Territorial d'Urbanisme de Barcelona. EDICTE de 24 de novembre de 2016, sobre acords de la Comissió Territorial d'Urbanisme de Barcelona referents al municipi de Castellar del Vallès, en les sessions de 24 de maig i de 4 d'octubre de 2016, va adoptar, el Pla d'ordenació urbanística municipal, del terme municipal de Castellar del Vallès. Exp.:2013/49994/ B. En: *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya* [En línia]. Núm. 7258 - 30.11.2016, p. 10 a 13 [Consulta: 11 juliol 2020]. Disponible en: <http://www.castellarvalles.cat/arxiu/document/7004/arxiu/edictes_daprovinciacio_definitiva_text_refos_publicat_al_dogc.pdf>

Gobierno de España. Ministerio de hacienda, Secretaria catastral de estado de hacienda, dirección general de catastro, 2019. Consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales de bien inmueble, Referencia catastral del inmueble: 3583601DG2038S0001YR [en línia]. [Consulta: 11 Desembre 2019]. Disponible en: <http://www.catastro.meh.es/esp/referencia_catastral.asp>.



Annex 1. Càlculs estructurals accions sobre l'hivernacle

1.Objectiu

L'objectiu d'aquest annex es dimensionar els elements de l'estructura de l'hivernacle de 10m² i dos nivells, per tal de suportar les condicions ambientals i situacions més desfavorables.

El dimensionat s'ha realitzat seguint la següent normativa del "Codigo Técnico de Edificación" (CTE) del 'Ministerio de fomento del Gobierno de España':

'Documento Básico Seguridad Estructural (CTE-DB-SE)'

'Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (CTE-DB-SE_AE)'

2.Característiques de l'edificació

L'hivernacle estarà localitzat en una urbanització anomenada Aire-Sol C pertanyent a la població de Castellar del Vallés situada a la província de Barcelona.

L'estructura estarà formada per 3 pòrtics diferents separats entre si per 0,5 i 1,5 metres. La llum entre pilars variarà entre 2,2 m, 1,3 m i 2 m. L'estructura constituirà dues cobertes (una més gran de 7,3 m² i una més petita de 3,38 m²) amb inclinacions de 15,9° (coberta gran) i 27° (coberta petita).

L'alçada de la façana més gran es de 6 m, mentre que l'alçada de la façana petita es de 3 m.

Els nusos de l'estructura es consideren lliures, mentre que els nusos que toquen el terra es consideren fixes per mantenir l'estructura subjectada al terra.

3. Característiques dels elements estructurals

L'estructura que es vol generar haurà de suportar el pes de persones i plantes pel que s'ha decidit utilitzar tubs quadrats d'alumini per la seva lleugeresa i resistència a l'aigua i als esforços per càrregues.

Mitjançant proves amb el programa WinEva es van provant diverses dimensions de les barres i cables d'acer fins complir la normativa CTE-DB-SE que fixa la màxima deformació que pot tenir l'estructura.

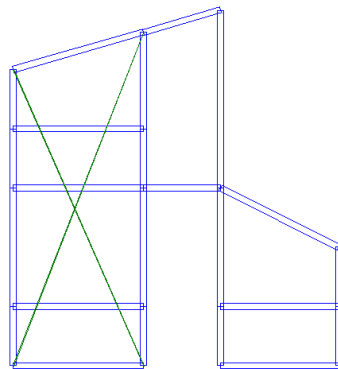


Figura 1. Estructura dimensionada del pòrtic 1 obtinguda amb el programari WinEva

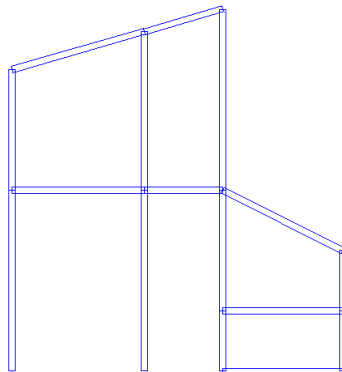


Figura 2. Estructura dimensionada del pòrtic 2 obtinguda amb el programari WinEva

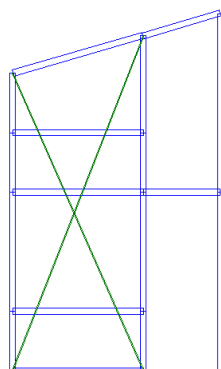


Figura 3. Estructura dimensionada del pòrtic 3 obtinguda amb el programari WinEva

4. Estat de cargues

Per assegurar que l'edifici es estable es calculen els valors de les diferents accions que existeixen sobre l'estructura, tal com dicta el document del CTE-DB-SE_AE ('Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación'), on es tenen en compte les accions de la gravetat (Constant (pes propi) i d'ús (plantes, persones,...)cop les accions variables), és a dir el pes de l'estructura juntament amb els materials de la coberta i les accions variables (neu i vent).

Al tenir pòrtics diferents, les càrregues es calculen sobre el tres pòrtics.

4.1. Accions gravetat

ACCIONS PERMANENTS

0,38	KN/m ²
------	-------------------

Coberta

Policarbonat 4 capes 10mm gruix	0,02	KN/m ²
---------------------------------	------	-------------------

Total	0,02	KN/m ²
-------	------	-------------------

Altell

Religa hacer 30x3 mm gruix y 34x22 mm tamany reixa	0,30	KN/m ²
--	------	-------------------

Banquetes pvc	0,03	KN/m ²
---------------	------	-------------------

9m tub alumini per banquetes	0,03	KN/m ²
Tub alumini 100x 100mm 1,5 mm gruix		
Total	0,37	KN/m²

SOBRECARGA D'ÚS	3,40	KN/m²
Coberta	0,40	KN/m ²
Altell	3,00	KN/m ²

4.2. Acció variable neu

L'acció de la neu sobre l'estructura ve determinada per la forma de la coberta, per la zona on està situada l'estructura i per la latitud d'aquesta. D'aquests factors dependran tant el coeficient de forma (μ) com valor de la càrrega de neu en terreny horitzontal (S_k). La càrrega per les accions de neu (Q_n) vindrà determinada per la fórmula:

$$Q_n = \mu * S_k$$

On :

$\mu = 1$, no hi ha impediment pel lliscament de la neu per la coberta degut a que les inclinacions de les dues cobertes són inferiors a 30°.

$S_k = 0,55$. Altitud de 331 msnm i zona climàtica 2, seguint la taula E2 del CTE.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m ²)							
Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Figura 4. Taula E.2 Sobrecarga de neu

Així el valor de Q_n és:

$$Q_n = \mu * S_k = 0,55$$



Accions de Neu (Castellar del Vallès)		
μ	1	Inclinació < 30°
Sk (Zona 2)	0,55	331 msnm altitud
Qn	0,55	KN/m2

4.3. Acció variable vent

Les accions causades pel vent depenen de l'alçada i l'orientació, situació en el territori i la rugositat de l'entorn, així com del tipus i forma de construcció. Al obrir-se molt poc les finestres es considerarà que les obertures d'aquestes no suposen més d'un 30 % de façana pel que no caldrà calcular les forces internes causades pel vent.

4.3.1. Coberta gran

Accions Vent		$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$
C_e	1,4	quoficient exposició pressió dinàmica ← taula 3,4 $e = \min(b, 2h)$ $b = 3,5$ $h = 6$ $2h = 12$
q_b	0,52	
e	3,5	
λ	2,5	
d	3,5	
h	6,0	
b	2,0	
h/d	1,7	

Coberta

Cp (taula)							
Part de la coberta	Area (m2)	H1 (<--)	(-->) H2	Cp1	Cp2	Cp1 FGH	Cp2 FGH
F	0,306	-2,8	0,2	-0,86	0,06125	-1,095	0,2
G	0,088	-2	0,2	-0,18	0,0175		
H	6,300	-1	0,2	-6,3	1,26		

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$q_e = -0,80$$

Façana

Cp (taula)

	Area (m ²)	H1 (<--)	(-->) H2		
D	10	-0,6	0,80	$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$	$q_e = -0,44$
E	7,5	0,85	-0,5	$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$	$q_e = 1,55$

4.3.1. Coberta petita

Accions Vent

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

C _e	1,3
q _b	0,52

coeficient
exposició
pressió dinàmica

taula 3,4

e	1,5
λ	1,3333
d	2
h	3
b	1,5
h/d	1,5

←

$$e = \min(b, 2h)$$

b=1,5
h=3
2h=6

Coberta

Cp (taula)

	Area (m ²)	H1 (<--)	(-->) H2	Cp1	Cp2	Cp1 FGH	Cp2 FGH
F	0,056	0,7	-1,5	0,039375	-0,084	0,42	-0,27
G	0,113	0,7	-1,5	0,07875	-0,169		
H	2,775	0,4	-0,2	1,11	-0,555		

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$q_e = 0,28$$

Façana

Cp (taula)

	Area (m ²)	H1 (<--)	(-->) H2	
E (dreta)	3	0,9	-0,58	(interpolant entre 2 i 5)

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

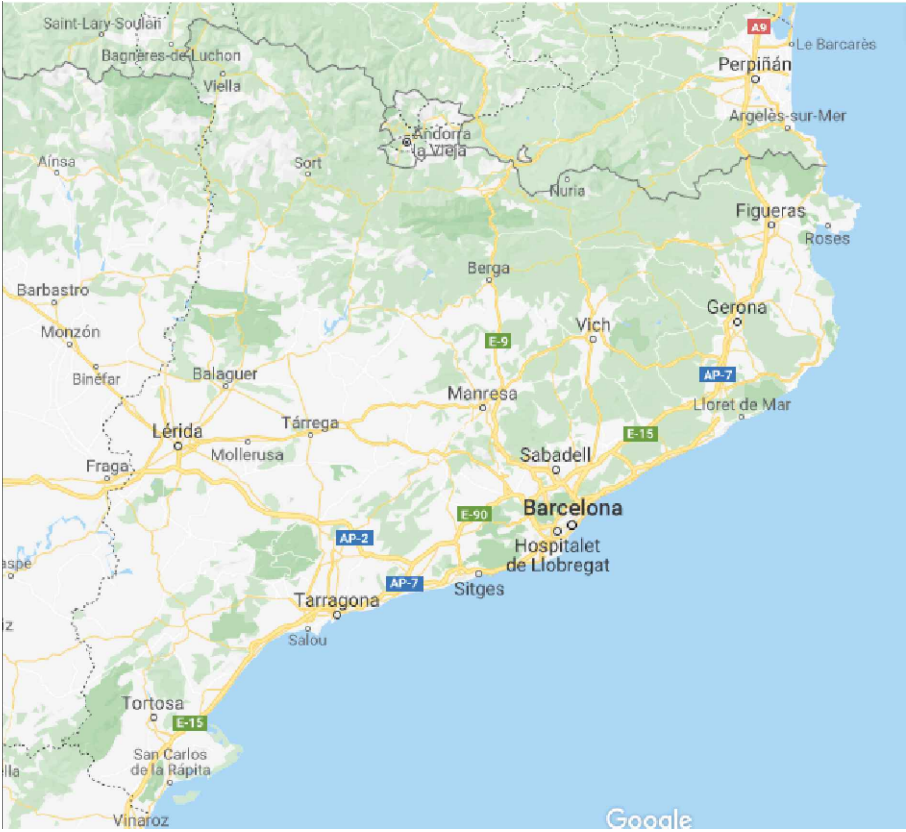
$$q_e = 0,61$$

Annex 2. Càlculs elèctrics

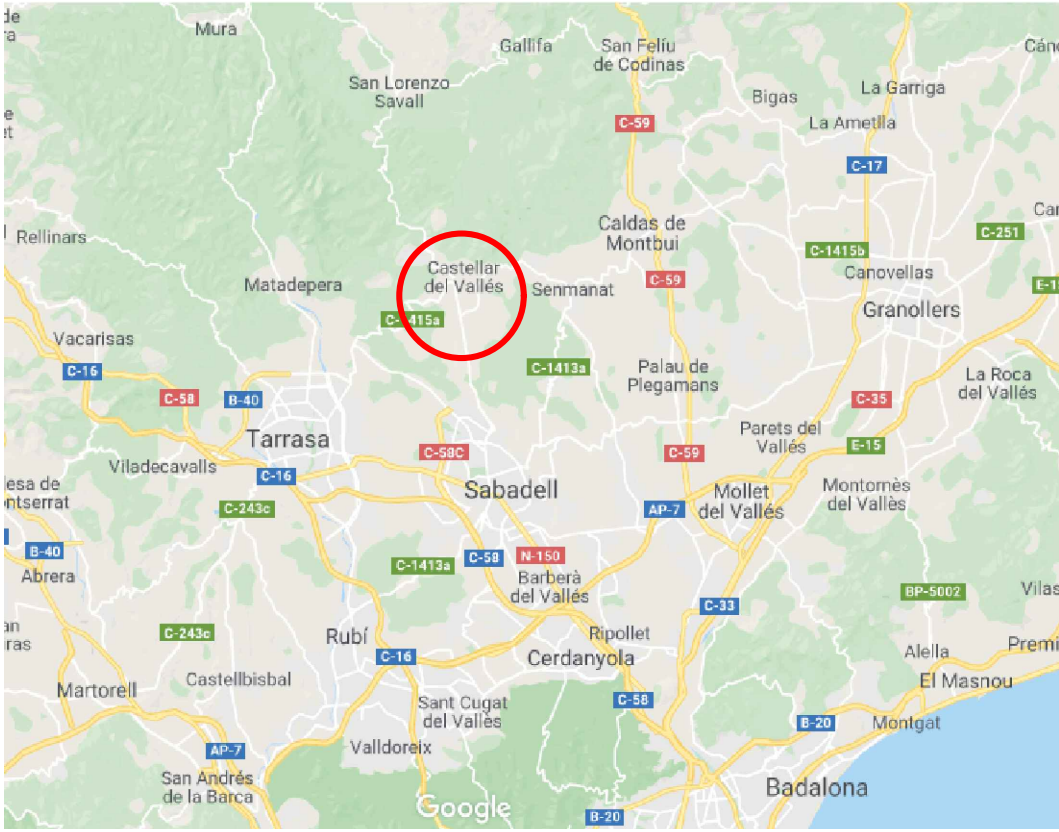
Línia	Nom	M o T	Distribució	Potència	Coefficiente arranc	nº circuits	Coef agrup.	Longitud	Conductor	cosφ	Rendimiento motor	Intensidad CÁLCULO (IB)	CdT parc	CdT total	CdT Total	Sección tierra	Sección	PIA	Intensidad Iz-coef. Agrupamiento	coef agrupamiento	Intensidad TABLAS (Iz)	Diferencial
L			Tipo	W	k			m	V	cosφ	η	A	V	V	%	mm²	mm²	A	A		A	A
L1	Il·luminació	T	B2	600	1,8	5	0,66	20	220	0,95	1	IB	3,0	1,49	3,49	1,59	Tab.	Tab.	IN	IZ		Tab.
L2	Bases d'endolls	T	B2	3.000	1,8	5	0,66	35	220	0,84	1	16,9	3,25	5,25	2,39	6	6	20	24,42	0,66	37	25
L3	Cables calefactores	T	B2	4.000	1,8	5	0,66	25	220	0,85	1	22,4	1,86	3,86	1,75	10	10	25	34,32	0,66	52	
L4	Bombes de reg	T	B2	500	1,25	4	0,68	10	220	0,74	0,86	2,6	0,50	2,50	1,14	1,5	1,5	10	10,88	0,68	16	
Potencia total de la instalació:				8.100	(W)					Tensió composta			220 V			Conductivitat a 90º			44 S·m/mm²			

Annex 3. Justificació de preus

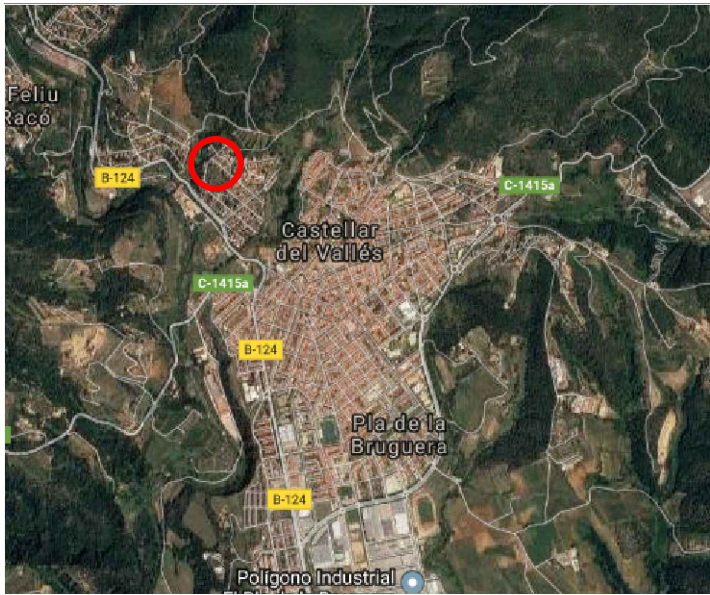
PRESSUPOST HIVERNACLE DOMESTIC PER ORQUÍDIES						
Nº ITEM	SUB ITEM	PARTIDA	UNITAT	METRATGE	PU	COST
1		ESTRUCTURA				1.397,98 €
	1.1	Ancoratges pilars	8		5,87 €	46,96 €
	1.2	Cable d'hacer inoxidable	1		52,32 €	52,32 €
	1.3	Escala d'accés a l'altell	1		63,90 €	63,90 €
	1.4	Religues d'acer galvanitzat	5		43,47 €	217,35 €
	1.5	Tubs d'alumini		98	8,10 €	793,80 €
	1.6	Unions varies per tubs d'alumini quadrats, cargols, ...	1		223,65 €	223,65 €
2		RECOBRIMENTS				1.395,10 €
	2.1	Malla d'ombreig blanca 3 x 4 m	1		11,90 €	11,90 €
	2.2	Placa de policarbonat de 4 capes		80	17,29 €	1.383,20 €
3		CLIMATITZACIÓ				1.851,78 €
	3.1	Accesoris de l'actuador lineal	2		20,48 €	40,96 €
	3.2	Actuador lineal	2		44,87 €	89,74 €
	3.3	Cables calefactores	12		42,33 €	507,96 €
	3.4	Calefactor elèctric	1		36,99 €	36,99 €
	3.5	Control remot per els actuadors lineals	1		21,60 €	21,60 €
	3.6	Sistema de control Arduino + sensors i accesoris	1		65,50 €	65,50 €
	3.7	Termostat elèctric per calefactor	1		22,95 €	22,95 €
	3.8	Ventiladors	3		38,00 €	114,00 €
4		INSTALACIONS ELÈCTRIQUES				476,04 €
	4.1	Focus LED	7		18,50 €	129,50 €
	4.2	Cablejat		100	1,40 €	140,00 €
	4.3	Tub corrugat per cablejat		30	0,54 €	16,20 €
	4.4	Bases per a endolls	10		8,26 €	82,60 €
	4.5	PIAs (2x10A, 20A, 25A)	4		11,95 €	47,80 €
	4.6	Interruptor Diferencial trifàsic 25A	1		37,95 €	37,95 €
	4.7	Quadre general	1		21,99 €	21,99 €
5		INSTALACIONS HIDRÀULIQUES				825,52 €
	5.1	Accesoris tubs polietilè	1		38,50 €	38,50 €
	5.2	Aixeta de jardí	2		14,34 €	28,68 €
	5.3	Bomba hidràulica	1		22,99 €	22,99 €
	5.4	Canal recollida d'aigua de pluja amb accesoris		3,5	12,50 €	43,75 €
	5.5	Diposit d'aigua de pluja	2		240,00 €	480,00 €
	5.6	Eléctrovàlvules Ez-Flo	3		25,00 €	75,00 €
	5.7	Filtre de malla	2		14,99 €	29,98 €
	5.8	Manec manega d'aspersió	2		6,40 €	12,80 €
	5.9	Sistema de nebulització	3		14,39 €	43,17 €
	5.10	Tub de polietilè 25mm diàmetre i 25 m	1		50,65 €	50,65 €
Total Pressupost						5.946,42 €



FONT: MAPSTYLE.WITHGOOGLE.COM

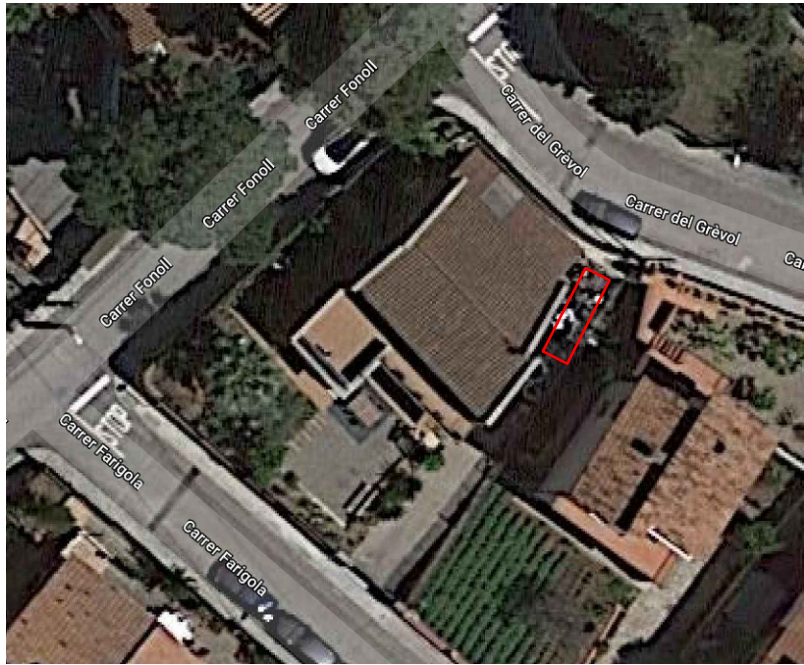


FONT: MAPSTYLE.WITHGOOGLE.COM





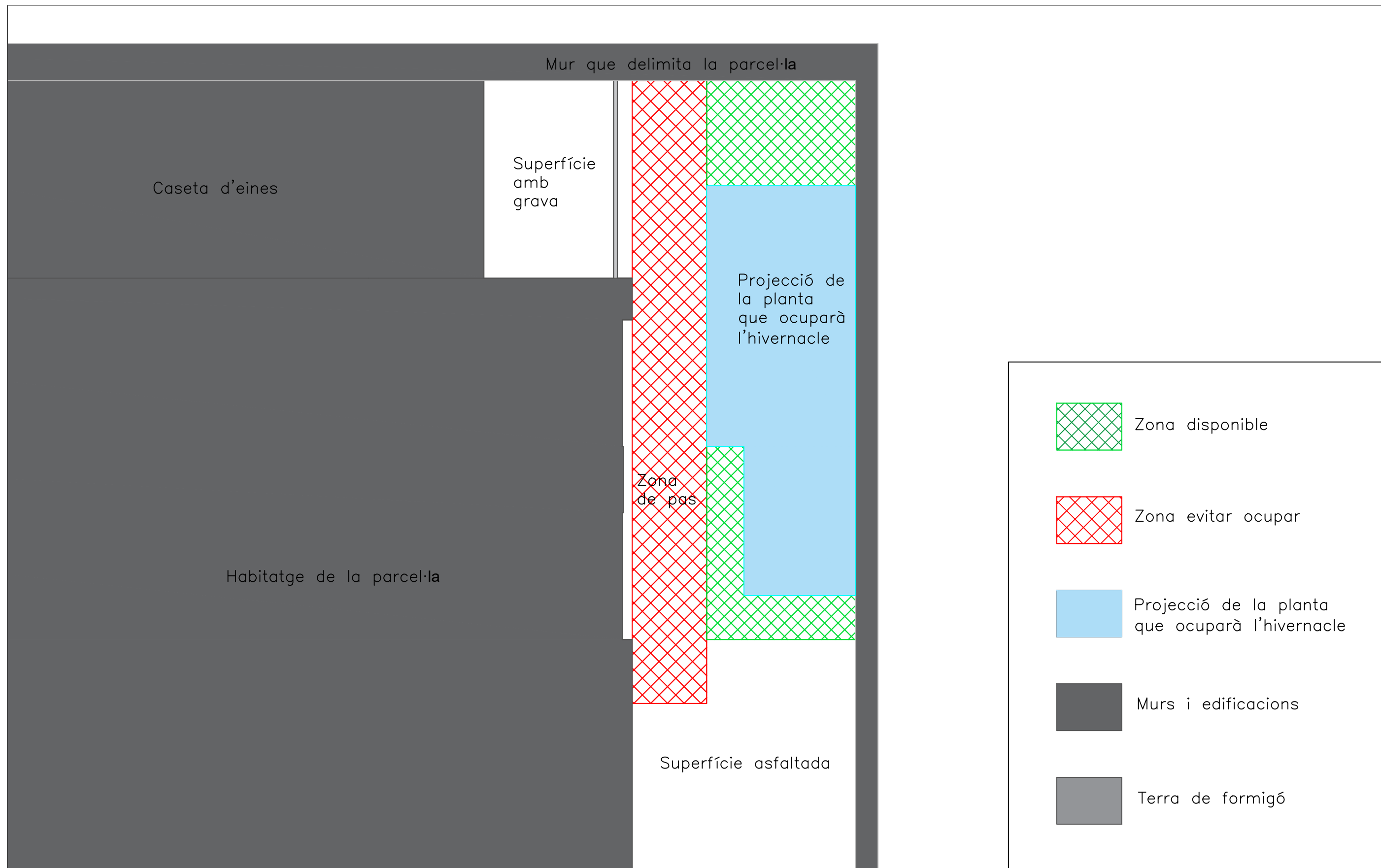
FONT: MAPA GOOGLE MAPS

COORDENADES UTM: X:41.620963
Y:2.080692



FONT: SATÉLITE GOOGLE MAPS

 	AUTOR: SANTIAGO BELLAS GONZALEZ	PROYECTO: DISSENY D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÉS	ESCALA: —	Nº DE PLÀNOL: 1/6
		DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL: LOCALITZACIÓ	FORMAT: A3	DATA: GENER, 2020



AUTOR:

SANTIAGO BELLAS GONZALEZ

PROJECTE: DISSENY D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÈS

DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL: ESPAI DISPONIBLE

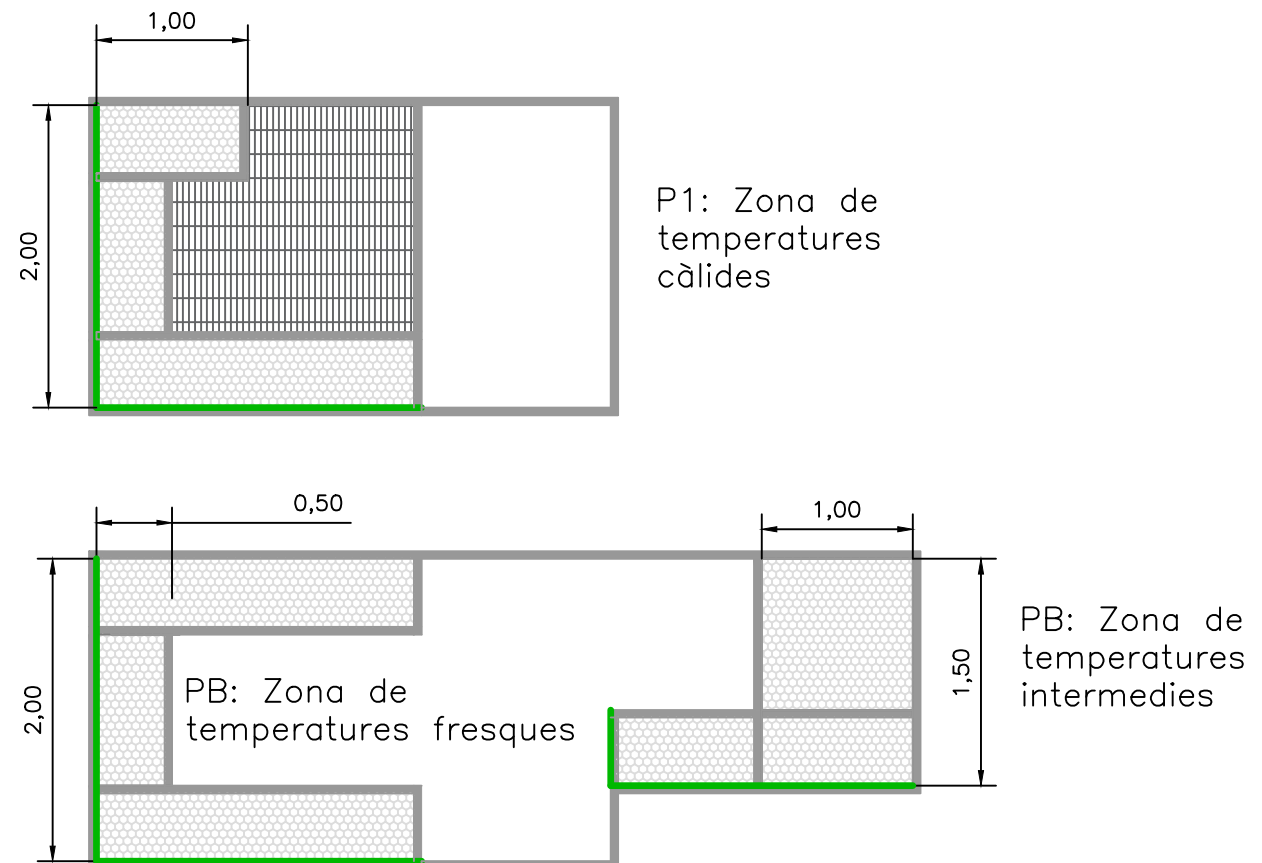
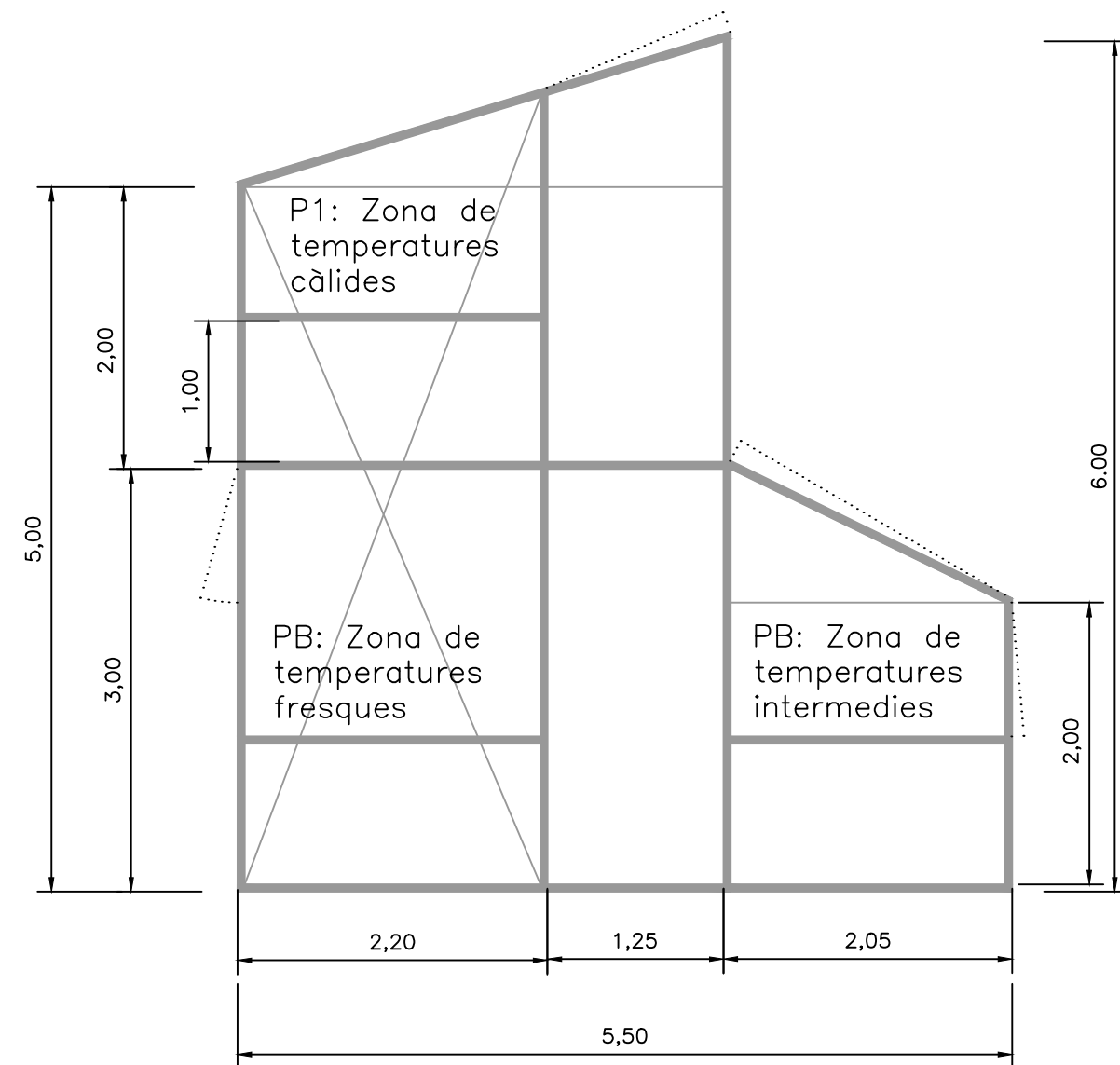
ESCALA: 1:20







FORMAT: A3

Nº DE PLÀNOL:

2/6

DATA: GENER, 2020



-  Tubs d'alumini quadrats
-  Banquetes pvc
-  Religues d'acer galvanitzat
-  Malla metàlica murs vegetals
-  Cable d'acer galvanitzat
-  Finestres



AUTOR:

SANTIAGO BELLAS GONZALEZ

PROYECTO: DISEÑO D'UN HIBERNACLE DOMÉSTICO PER ORQUÍDIAS A CASTELLAR DEL VALLÉS

DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL: ALÇAT I PLANTES PROPOSTA

ESCALA:

1:20

Nº DE PLÀNOL:

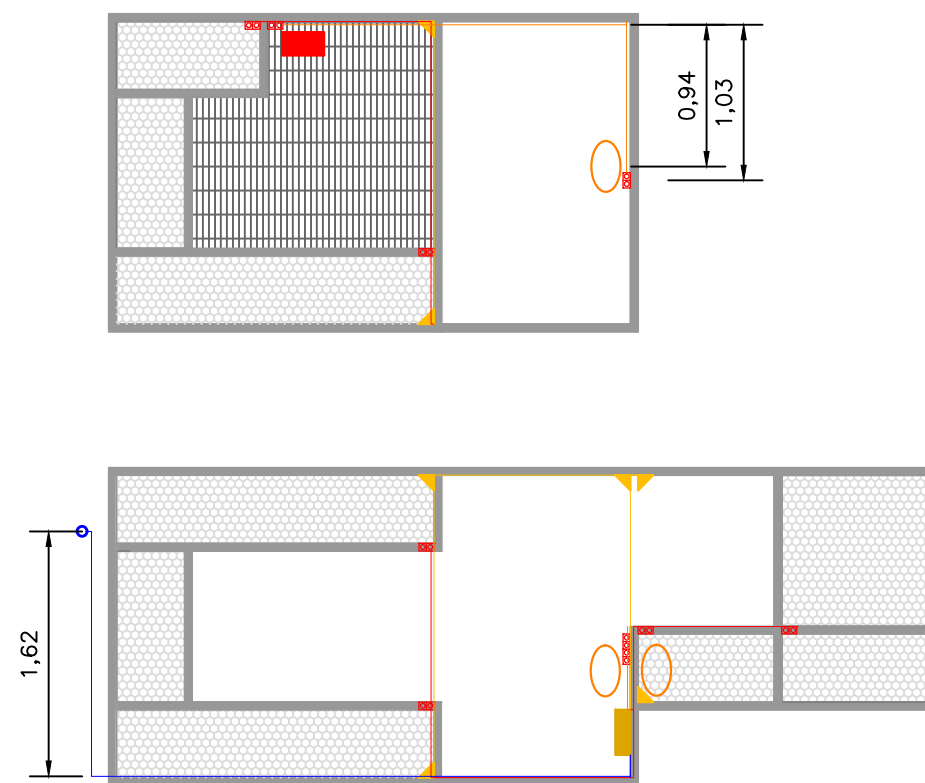
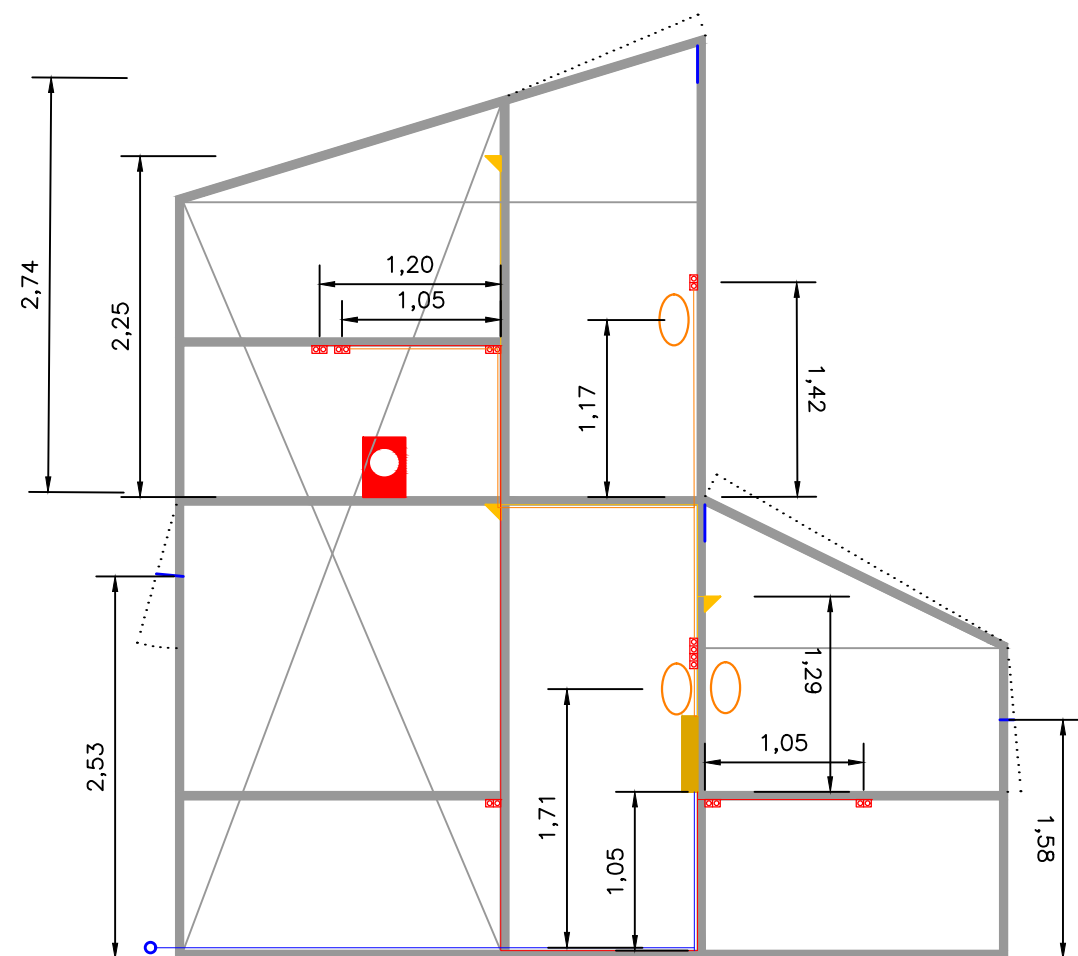
3/6

FORMAT:

A3

DATA:

GENER, 2020



- Tubs d'alumini quadrats
- Banquetes pvc
- Religues d'acer galvanitzat
- Cables calefactores
- Actuadors lineals
- Línia 1 (il·luminació)
- Línia 2 (bases d'endolls)
- Línia 3 (bases endolls cc)
- Línia 4 (bombes de reg)
- Focus LED
- Ventilador
- Bomba de reg
- Bases d'endolls
- Calefactor
- Quadre de comandament i protecció



AUTOR:

SANTIAGO BELLAS GONZALEZ

PROYECTO: DISEÑO D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÉS

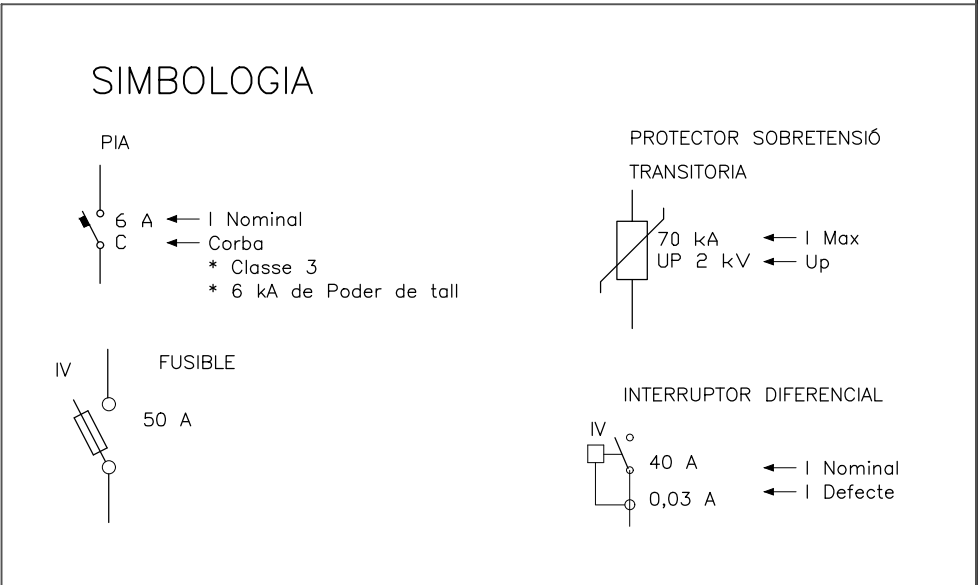
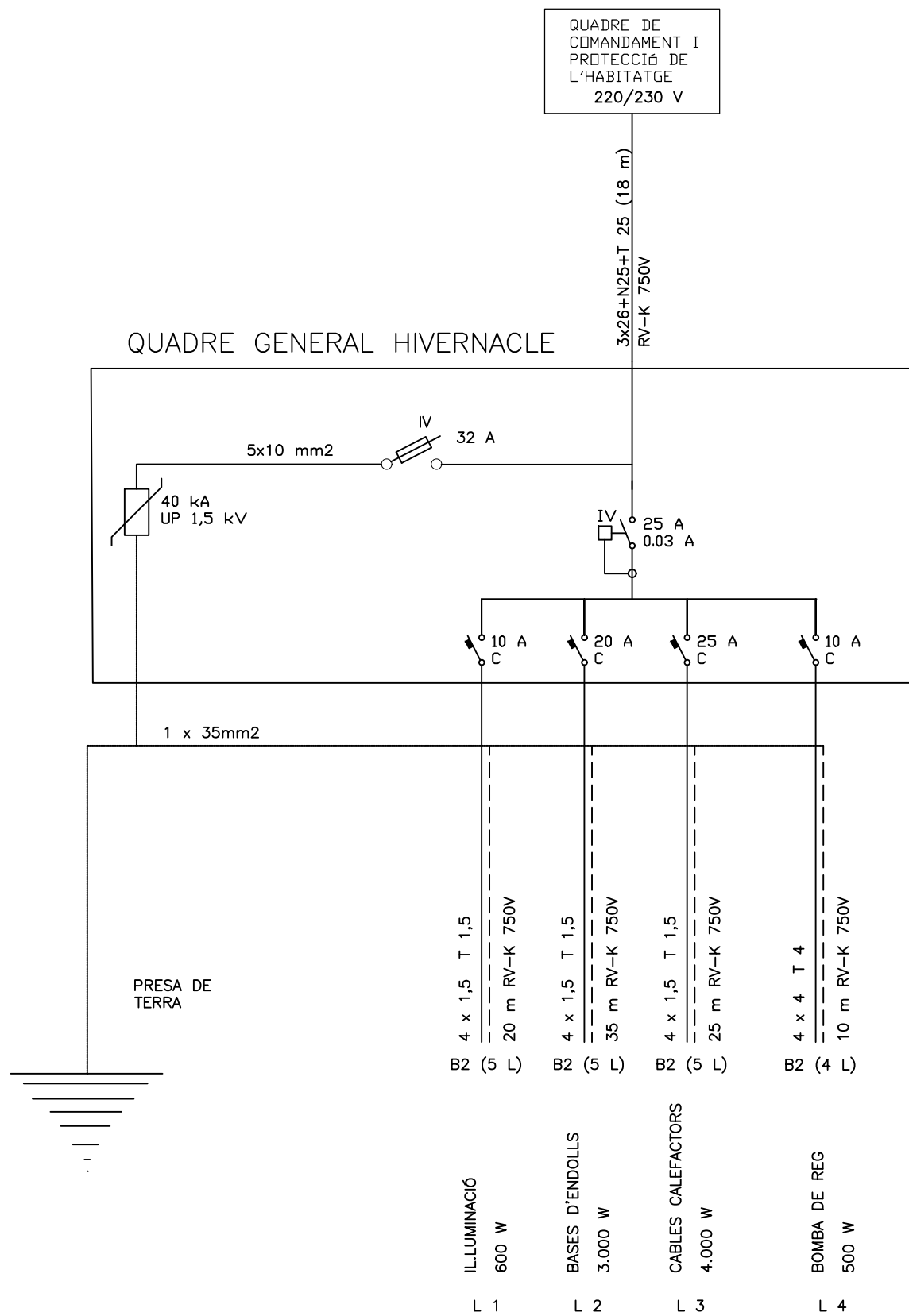
DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL: ALÇAT I PLANTES INSTAL·LACIÓ ELÉCTRICA

ESCALA:
1:20

FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
4/6

DATA:
JUNY, 2020



AUTOR:

SANTIAGO BELLAS GONZALEZ

PROYECTO: DISSENY D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÉS

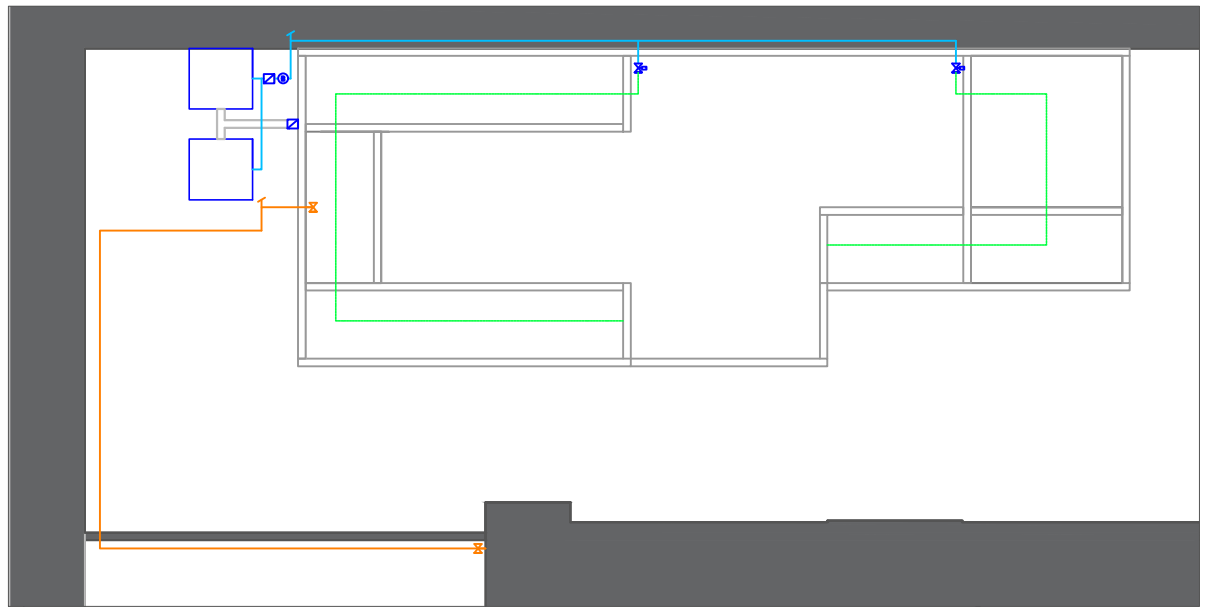
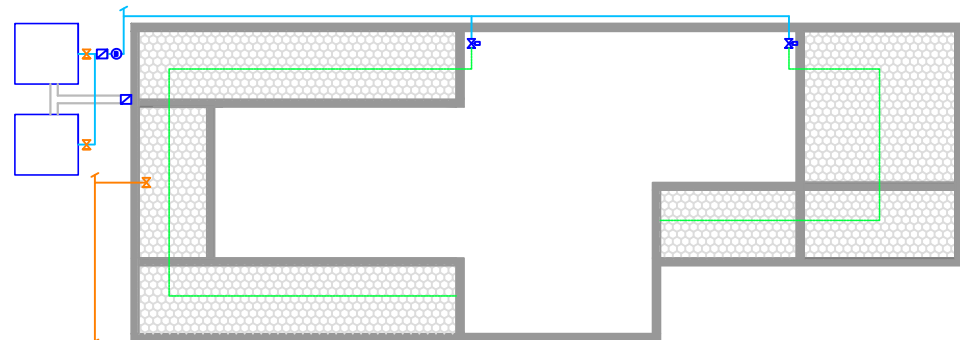
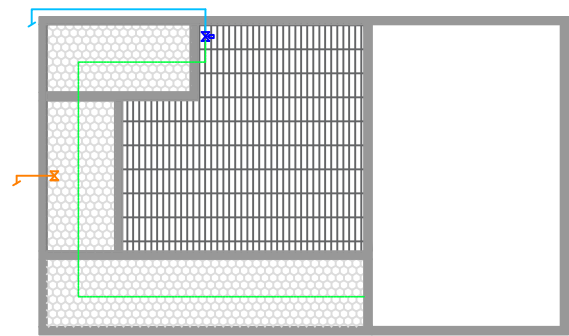
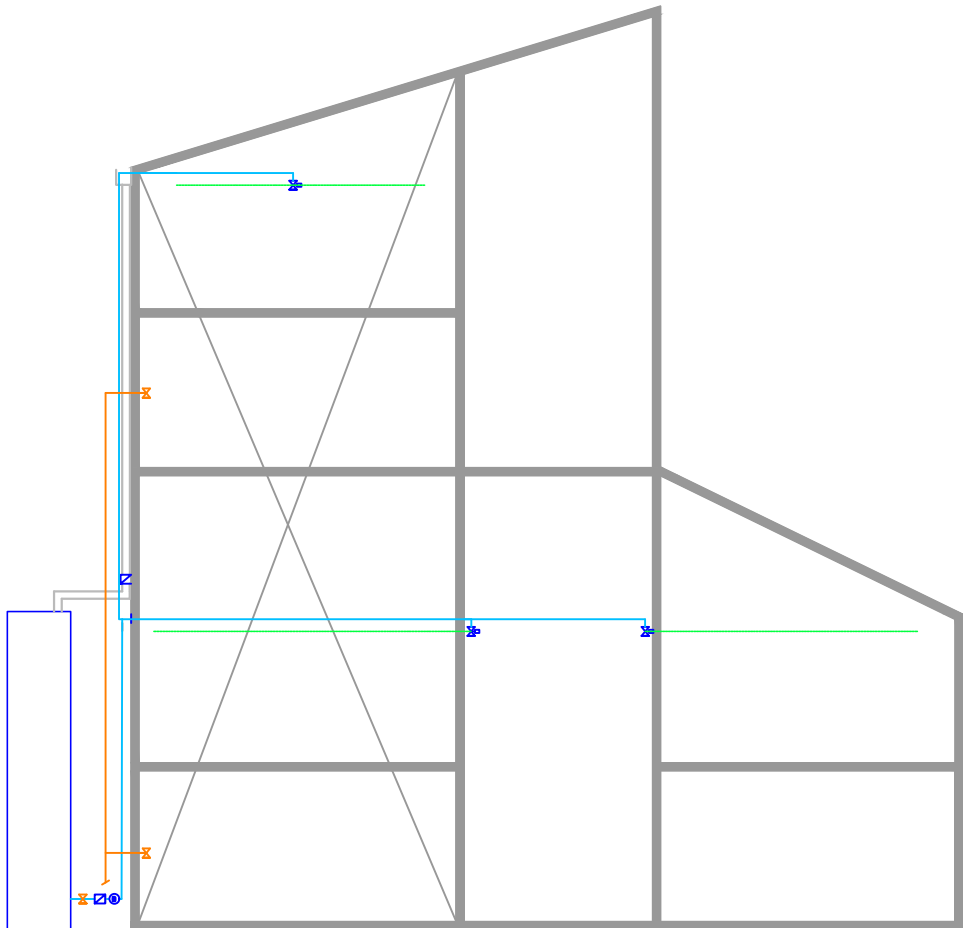
TÍTOL DEL PLÀNOL:
ESQUEMA UNIFILAR

ESCALA:
—











FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
5/6

DATA:
JUNY, 2020



ESCALA: 1:20

-  Tuberia primaria polietilè 25mmØ
-  Tub nebulitzadors
-  Tub de polietilè de 25mm Ø per aigua de la xarxa
-  Filtre de malla 120 Mesh
-  Bomba hidràulica de 70 W i 25mm Ø
-  Electrovàlvula 25mm Ø
-  Aixeta (vàlvula manual)
-  /  Depòsit d'aigua de pluja
-  Canaló d'aigua de pluja quadrat d'alumini



AUTOR:

SANTIAGO BELLAS GONZALEZ

PROJECTE: DISSENY D'UN HIVERNACLE DOMÈSTIC PER ORQUÍDIES A CASTELLAR DEL VALLÈS

TÍTOL DEL PLÀNOL: ALÇAT I PLANTES INSTAL·LACIÓ DE REG I NEBULITZACIÓ

ESCALA:
1:20

FORMAT:
A3

Nº DE PLÀNOL:
6/6

DATA:
JUNY, 2020